

RI  
270



I/2004  
I99

PERFILAGEM GEOFÍSICA  
EM  
FUROS DE SONDAGEM

(Apontamentos sobre princípios, interpretação qualitativa e utilização dos perfis DIÂMETRO, SP, RESISTIVIDADE, GAMA e DENSIDADE).

Elaborado por: Amadeu P. Santos  
EQUICAR/DIPROE  
DEPEM

## CAPÍTULO I

### INTRODUÇÃO

O presente trabalho visa auxiliar os geólogos da CPRM que se iniciam neste ramo da técnica, na interpretação qualitativa e na utilização em geologia, dos perfis geofísicos.

A nossa exposição versará de forma sucinta, sobre perfis de DIÂMETRO, SP, RESISTIVIDADE, RAIOS GAMA e DENSIDADE, atualmente utilizados pela CPRM.

### A PERFILAGEM GEOFÍSICA

Os perfis geofísicos, em furos de sondagem, são registros de medições contínuas de propriedades físicas das rochas sedimentares atravessadas pelas perfurações. Os perfis registram diretamente propriedades físicas tais como:

- Resistividade
- Potencial Eletroquímico (Potencial Espontâneo = SP)
- Densidade
- Radioatividade natural
- Radioatividade induzida
- Velocidade do Som
- Temperatura, etc.

Através destes registros podem ser determinados:

- Porosidade
- Características químicas dos fluidos contidos nas rochas porosas.
- Litologia e composição litológica

- Limite das camadas e das formações
- Mergulho das camadas

Obtêm-se ainda informações sobre:

- Permeabilidade
- Dureza
- Ambientes de deposição
- Acidentes tectônicos
- Discordâncias e lacunas estratigráficas
- Geometria das unidades litológicas
- Variações verticais e laterais de fácies
- Linhas de tempo, etc.

Vemos pois, que é enorme o volume de informações geológicas obtidas através dos perfis geofísicos. Essa a razão porque é atualmente prática corrente, por indispensável, em todo o mundo, a realização da perfilagem geofísica em furos de sondagem, sejam rasos ou profundos, destinados à pesquisa de petróleo ou de carvão, de outros bens minerais ou de água potável. Mesmo nos casos de furos realizados em testemunhagem contínua, a técnica da perfilagem é indispensável. De fato, os testemunhos completam, mas não substituem as informações obtidas através dos perfis geofísicos. Basta lembrar a modificação das características físicas e químicas das rochas trazidas à superfície por amostragem de calha ou por testemunhagem, modificação esta, devida não só à diferença de pressões e temperaturas reinantes em profundidade e na superfície, como também à ação do intemperismo sobre essas mesmas rochas, a qual se inicia logo que a mesma entra em contato com a atmosfera. Assim, por exemplo, e para referir apenas um caso extremo, testemunhos de uma rocha evaporítica contendo camadas de sais de potássio de interesse econômico, desaparecerá praticamente ao fim de alguns meses por dissolução higroscópica, a menos que

se utilizem dispendiosos meios de preservação, enquanto que o registro da espessura e das propriedades dessa mesma camada ficarão perpetuados através do seu perfil geofísico.

Refira-se ainda a facilidade de manuseio dos perfis quando comparada com as dificuldades de manuseio, de transporte, de armazenamento e de conservação dos testemunhos de sondagem.

### PERFIS E FLUÍDOS DE SONDAGEM

A qualidade das curvas registradas pelos perfis depende de vários fatores, entre os quais se destacam pela sua influência, as condições das paredes do furo e as características do fluido de sondagem utilizado na perfuração do poço perfurado.

Estes dois fatores são de extrema importância no que se refere aos perfis de resistividade (R) e de Potencial Exponencial (SP).

Nenhum destes perfis pode ser obtido em lamas de petróleo (não condutoras). Em lamas à base de água e bentonita de elevada concentração salina (lamas saturadas), as curvas obtidas por estes perfis não são representativas, e portanto não utilizáveis.

Valores elevados de filtrado da lama de perfuração, são igualmente prejudiciais à qualidade dos perfis de resistividade de pequeno raio de investigação. Veremos porque, quando tratarmos dos princípios de funcionamento destes aparelhos.

Os perfis de SP e R são também muito afetados pelas más condições das paredes do furo, especialmente em zonas de cavernas ("caving"), devido à interposição de um grande volume do

fluido de sondagem entre o aparelho de registro e a rocha a testar.

Os perfis que utilizam no seu registro a radioatividade natural ou induzida, o fluxo neutrônico, e a velocidade do som, (perfis RAIOS-GAMA, DENSIDADE, NEUTRÔNICO e SÔNICO), não são influenciados pelo tipo ou características do fluido de sondagem, podendo ser até realizados em furos vazios ou revestidos.

Para permitir a obtenção de medidas de resistividade de em lamas de elevada salinidade, foram criados aparelhos em que a corrente elétrica utilizada para o registro é dirigida, chamados aparelhos de eletrodos focalizados, de que o LATEROLOG e o MICROLATEROLOG são exemplos.

Em lamas de óleo, não condutoras, obtêm-se curvas de registro de resistividade utilizando o aparelho de perfilagem INDUÇÃO.

## CAPÍTULO II

### PRINCÍPIOS, APARELHOS E UTILIZAÇÃO DOS PERFIS

#### CALIBRADOR OU DIÂMETRO

O diâmetro e a área transversal de um furo de sondagem, podem ser registrados de maneira contínua pelo aparelho de nominado CALIBRADOR, (CALIPER), designado de forma abreviada por DIÂMETRO.

Teoricamente o diâmetro de um furo de sondagem seria o da broca ou brocas utilizadas na sua perfuração. Na prática, o diâmetro do furo é variável, sendo essencialmente função das características das rochas e do fluido de perfuração utilizado.

No Capítulo III dão-se vários exemplos de variação do diâmetro em um furo de sondagem.

Aparelho: O instrumento utilizado para a operação de medição do diâmetro é bastante simples e resistente. Compõem-se de braços flexíveis, com uma determinada amplitude de movimento, que mantêm contato permanente com as paredes do poço. Na sua parte inferior, estes braços ligam-se a uma vara, que transmite os movimentos dos braços provocados pelas variações do diâmetro do poço, a um dispositivo constituído por duas bobinas, contidas na parte central do instrumento. Uma das bobinas é percorrida por uma corrente de intensidade constante e conhecida. A força eletromatriz induzida na outra bobina dependerá da posição da vara e portanto das dimensões do poço. São estas variações da corrente induzida, proporcionais às variações de diâmetro do poço que são registrados nos perfis de DIÂMETRO.

Utilização: - O conhecimento do diâmetro do furo é fundamental para a correta interpretação tanto quantitativa como qualitativa dos perfis geofísicos.

- Além disso, o conhecimento deste parâmetro é necessário aos técnicos da sondagem para o cálculo do volume do poço e do volume de cimento a empregar em operações de cimentação de revestimentos, ou outras.

- Os sondadores poderão ainda concluir, pelo aspecto geral das paredes do poço, se o tipo e as características do fluido de perfuração estão ou não adaptados às exigências das litologias atravessadas, permitindo efetuar as correções necessárias em futuras sondagens na mesma região.

- As camadas porosas podem também ser reconhecidas através do perfil DIÂMETRO. Nas zonas porosas, a maior espessura do reboco provoca uma diminuição do diâmetro do poço.

#### POTENCIAL EXPONTÂNEO (SP)

A curva de SP, registra a variação de diferenças de potencial ao longo da coluna de lama do furo, frente às diversas camadas atravessadas pela sondagem.

Estes potenciais são produzidos naturalmente, pelas próprias camadas, não intervindo no registro da curva SP qualquer fonte de energia elétrica externa, e por isso se chama a esta curva de POTENCIAL EXPONTÂNEO, Auto-potencial ou Potencial Natural.

Para a medida dos potenciais utiliza-se um dispositivo simples de dois eletrodos, sendo um móvel dentro do furo e outro fixo ligado à terra e mantido a um potencial constante.

As variações de potencial entre os dois eletrodos

são registradas por um voltímetro conectado por um lado ao eletrodo móvel e por outro ao eletrodo fixo.

### Origem do Potencial Espontâneo

Imagine-se uma coluna litológica constituída por uma alternância de camadas de arenitos e argilitos atravessada por uma sondagem realizada com lama de baixa salinidade. Admita-se ainda que as camadas de arenito são porosas e contêm água de elevada salinidade.

Nestas condições, formam-se correntes elétricas circulando entre a lama de sondagem, os arenitos e os argilitos. Estas correntes são produzidas por forças eletromotrizes de origem eletroquímica que se originam umas, entre a água de formação, o argilito e a lama de sondagem, e outras entre a água de formação e o filtrado da lama.

A que se origina entre água de formação/ argilito/ filtrado da lama, denomina-se "potencial de membrana". ( $E_m$ ).

Entre o filtrado da lama e a água de formação origina-se o "potencial de junção de líquidos" ( $E_j$ ). A existência destas correntes deve-se às diferenças de concentração em ions NaCl da lama (ou do seu filtrado) e da água de formação.

### Potencial de membrana ( $E_m$ ) - (fig. 1)

Em contato sedimentar encontram-se uma camada de argilito e outra de arenito poroso, contendo nos seus poros água de elevada salinidade, sendo predominantemente de NaCl os sais que constituem a solução. As duas camadas encontram-se também em contato com a lama, de baixa salinidade, do furo de sondagem.

Designaremos por  $C_1$  a concentração em NaCl da lama



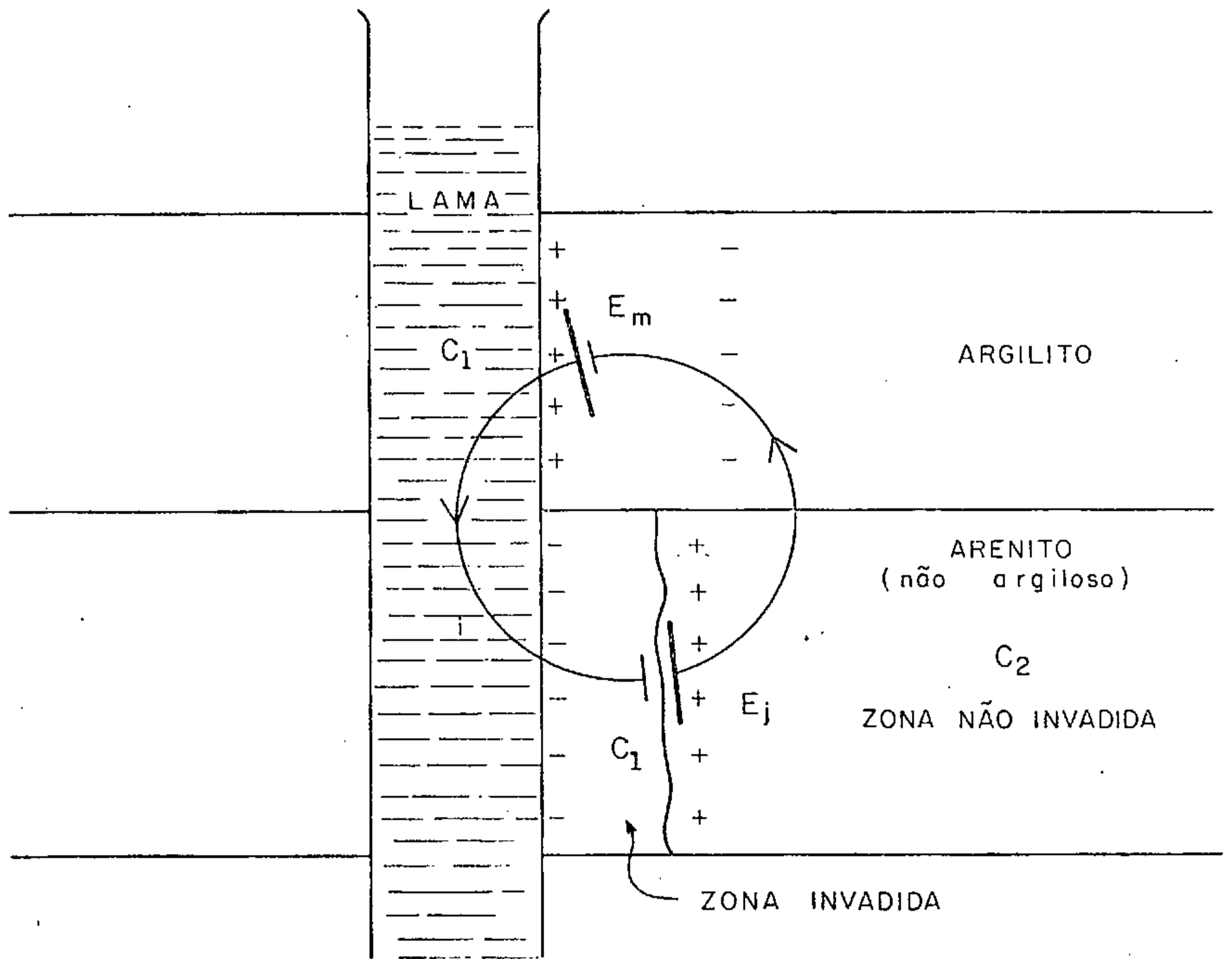


Fig 1— Representação esquemática da corrente de SP resultante dos Potenciais de Membrana ( $E_m$ ) e de junção de Líquidos ( $E_j$ ).

ou do seu filtrado, e por  $C_2$  a concentração em NaCl da água de formação, na zona não invadida pelo filtrado da lama.

Temos assim formado um dispositivo em que dois eletrolitos de concentrações muito diferentes  $C_1$  e  $C_2$  se encontram separados por uma certa espessura de argilito (no sentido arenito/argilito/lama).

Quando dois eletrolitos de diferentes concentrações se encontram em contato direto, estabelece-se um fluxo de ions da solução mais concentrada para a de menor concentração, criando-se assim uma pequena diferença de potencial. Se, no entanto, estes mesmos eletrolitos se encontram separados por uma camada ou lâmina de argila, esta funciona como uma membrana semi-permeável, favorecendo a passagem de ions  $Na^+$  e impedindo a passagem de ions  $Cl^-$ , daí resultando o estabelecimento de uma diferença de potencial muito mais elevada do que no primeiro caso.

As propriedades de membrana semi-permeável das argilas, são devidas à disposição lamelar dos elementos que as constituem, essencialmente alumínio, silício e átomos de oxigênio, em que os átomos de oxigênio carregados negativamente se encontram distribuídos nas partes externas das lamelas, conferindo por isso ao conjunto uma carga predominantemente negativa. Nestas condições, os ions positivos como  $Na^+$  são atraídos e os ions  $Cl^-$  repelidos, criando-se portanto um fluxo de ions carregados positivamente através da argila, e, conseqüentemente, um certo potencial  $E_m$ , chamado por esta razão, Potencial de Membrana ( $E_m$ ). Este fenômeno provoca uma acumulação de ions carregados positivamente no limite entre a camada de argila e a lama de sondagem.

É evidente que a migração iônica de  $Na^+$  se processa também no sentido do eletrolito  $C_1$  (baixa concentração) para argilito, mas o número de ions migrantes é neste caso muito redu-

zido, em relação à migração de ions de  $\text{Na}^+$  de  $C_2$  (alta concentração), para o argilito.

### Potencial de Junção líquida ( $E_j$ )

Na camada do arenito poroso, distinguem-se duas zonas, em contato direto, contendo eletrolitos de concentrações diferentes: a zona invadida pelo filtrado da lama, de baixa concentração em  $\text{NaCl}$  - ( $C_1$ ) e a zona virgem, de elevada concentração neste sal. ( $C_2$ ). Nestas condições, é possível a passagem tanto de ions de sódio como de cloro, da zona não invadida ( $C_2$ ), para a zona invadida ( $C_1$ ). No entanto dada a maior mobilidade dos ions  $\text{Cl}^-$ , estes migram mais rapidamente do que os ions  $\text{Na}^+$ , daí resultando uma acumulação de cargas negativas na solução da zona invadida e um acúmulo de ions positivos na zona não invadida. A diferença de potencial resultante é denominada "potencial de junção de líquidos" ( $E_j$ ).

São as duas diferenças de potencial  $E_m$  e  $E_j$ , que produzem a corrente de SP, a qual flue no sentido arenito/argilito/lama/arenito, fechando assim o circuito.

### Aspectos da curva de SP

Como ficou acima explicado, a corrente de SP é originada nas diferenças de concentração salina entre a lama ou o seu filtrado, e a água de formação. Por essa razão, se for utilizada uma lama de perfuração de salinidade idêntica à da água de formação, não haverá migração iônica e conseqüentemente não se observarão deflexões da curva de SP. Assim, se for previamente conhecida a salinidade aproximada da água das formações a atravessar por uma sondagem, deverá haver o cuidado, ao preparar a lama a utilizar nessa sondagem, de levar este fato em conta, de forma a

poder-se obter uma curva de SP válida. No caso de águas de formação doces, ou de muito baixa salinidade, haverá que se preparar uma lama salgada mas não em excesso (em lamas saturadas a curva SP é praticamente linear). Uma concentração de NaCl de 15 a ... 20.000 ppm será suficiente para o efeito desejado.

### Interpretação da curva de SP

O capítulo III deste trabalho, é dedicado à interpretação das curvas dos diferentes perfis, e ali se encontrarão as noções de SP negativa e positiva, definição de "linha das argilas" e de "linha das areias", etc..

## RESISTIVIDADE

### Introdução

Existem vários instrumentos de perfilagem que medem direta ou indiretamente a resistividade das formações: Perfil RESISTIVIDADE, MICROPERFIS, LATEROPERFIS, INDUÇÃO, etc.. Trataremos aqui, somente do perfil convencional de RESISTIVIDADE.

Em termos simplificados, pode-se dizer que o perfil RESISTIVIDADE indica a resistência que os diversos tipos de rochas opõem à passagem de uma corrente elétrica.

Resistividade é a resistência oferecida por um determinado meio à passagem de uma corrente elétrica por unidade de volume, e é expressa em ohms. Na perfilagem elétrica, esta unidade de volume é o metro cúbico. Por isso é frequente observar nos perfis RESISTIVIDADE, a indicação de unidades em  $\text{ohm/m}^2/\text{m}$  (ohms por metro quadrado de superfície e metro de profundidade). Também se usa, abreviadamente,  $\text{ohm/m}$  (ohms por metro).

Numa rocha sedimentar, a maior ou menor facilidade de circulação de corrente elétrica, depende essencialmente da existência ou não, de um fluido condutor nos seus poros. As substâncias sólidas que compõem as rochas sedimentares, não são condutoras, salvo raras exceções. Assim por exemplo, a anidrita, a halita ou calcários litográficos ou sublitográficos, deverão mostrar resistividades elevadíssimas no perfil, da ordem de milhares de ohms, enquanto arenitos ou calcários porosos contendo água salgada, apresentarão valores de resistividade de alguns ohms ou de poucas dezenas de ohms. As argilas, embora impermeáveis, são muito porosas, e impregnadas por capilaridade com água de salinidade em geral elevada, o que lhes confere baixas resistividades.

#### Aparelho

Nos instrumentos de registro do perfil RESISTIVIDADE, usam-se diferentes arranjos na disposição dos eletrodos, possibilitando medições a diferentes distâncias para o interior das camadas atravessadas pela sondagem.

Na fig. 2, pode-se ver diferentes sistemas e distâncias entre os eletrodos.

A distância horizontal máxima atingida pela medição de resistividade, dá-se o nome de raio de investigação. O raio de investigação é função da distância entre os eletrodos; esta distância é usualmente denominada de "espaçamento".

No quadro do capítulo III, pode-se observar duas curvas de perfil RESISTIVIDADE: a Normal curta e a Normal longa. A Normal curta tem um raio de investigação de 16" e a Normal longa de 64". Isto significa que os valores das leituras registradas pela curva da Normal curta, indicam a resistividade da rocha

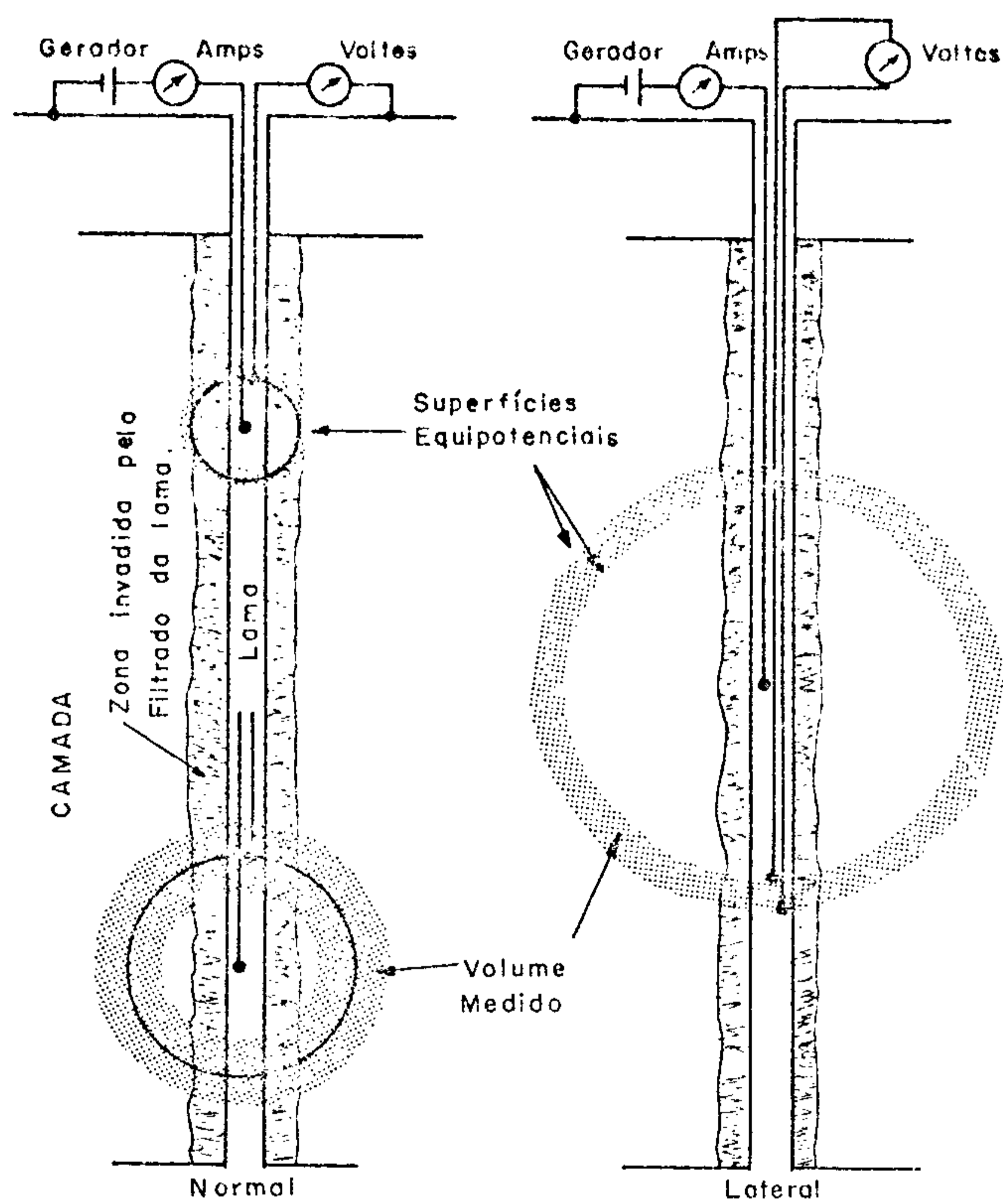


FIG. 2

a uma distância horizontal de 16" a partir do eixo do aparelho de medida. Para a Normal longa esta mesma distância é de 64". As leituras de resistividade nas duas curvas são geralmente diferentes em rochas porosas e permeáveis, e semelhantes ou idênticas em rochas compactas ou porosas nas não permeáveis. A razão desta discrepância, justifica-se pelo fato de que as rochas porosas e permeáveis sofrem uma invasão pelo filtrado da lama de sondagem, que atinge por vezes, algumas dezenas de polegadas. Imaginemos, por exemplo um arenito poroso e permeável, cujo fluído de saturação seja uma água de elevada salinidade. Em tal tipo de rocha, são frequentes invasões pelo filtrado da lama até 30" ou 40" a partir das paredes do poço. Assim, num raio de 30 a 40 polegadas, o fluído original, de elevada salinidade, (baixa resistividade) é substituído pelo filtrado da lama, normalmente de baixa salinidade e de elevada resistividade. Neste caso, um aparelho dispendo de um úni

co dispositivo de espaçamento de eletrodos permitindo leituras com um raio de investigação de 16", indicaria, não a baixa resistividade original da rocha, mas tão somente a alta resistividade da zona invadida.

O dispositivo de 64", dado o seu maior raio de investigação lê para além da zona invadida, fornecendo leituras da resistividade verdadeira da camada.

### Utilização

O perfil RESISTIVIDADE, só pode ser efetuado em lamas moderadamente condutoras. Em lamas não condutoras (lamas de óleo) ou excessivamente condutoras, (saturadas em NaCl), usam-se outros aparelhos de resistividade como o perfil INDUÇÃO (lamas de óleo), ou os perfis focalizados como o LATEROLOGO (lamas saturadas);

- A curva de resistividade é muito utilizada na indústria petrolífera, para a deteção e delimitação de camadas impregnadas por petróleo, na determinação dos limites petróleo-água, e na determinação das saturações em petróleo;

- A elevada resistividade das camadas de carvão, torna fácil a sua deteção pelo perfil RESISTIVIDADE, principalmente quando este é acompanhado por outro perfil, como por exemplo o GAMA ou o DENSIDADE;

- Em depósitos de minerais tais como pirita ou galena, muito condutores, o perfil RESISTIVIDADE é por vezes usado na sua deteção;

- É muito utilizado como perfil da correlação, principalmente em séries argilo-arenosos, e em alternâncias de camadas porosas e de camadas compactas.

Interpretação qualitativa: Ver capítulo III.

### RAIOS-GAMA

Um perfil RAIOS-GAMA, mostra a variação da intensidade da radiação gama natural das diferentes rochas atravessadas por uma sondagem.

A radioatividade das rochas provém dos minerais radioativos (actínio, tório, urânio) e dos isotopos radioativos de  $^{40}_{19}\text{K}$ .

Os valores mais elevados de radioatividade natural encontram-se na silvita e nos outros evaporitos potássicos tais como a carnalita, a kaianita e a langbeinita, assim como em arenitos monazíticos, nas acumulações de minerais de vanádio-urânio, e nos fosfatos.

Em segundo lugar quanto à intensidade de radioatividade natural, encontram-se as rochas argilosas. Destas, os folhelhos negros marinhos ricos em matéria orgânica são os mais radioativos, seguindo-se por ordem decrescente, os folhelhos e argilitos marinhos, os argilitos continentais, e os siltitos argilosos.

As argilas possuem a capacidade de se enriquecer em urânio tanto por adsorção como por substituição iônica. Por outro lado, a matéria orgânica do tipo húmico em decomposição, possui igualmente esta propriedade, originando também em certas condições de meio ambiente, a precipitação de sais de urânio.

A concentração de urânio no mar é cerca de 3 vezes superior à da sua concentração nas águas doces do continente, e



por isso as rochas argilosas e em especial os folhelhos ou argilitos negros, marinhos, ricos em matéria orgânica húmica, apresentam maior radioatividade que as rochas argilosas sedimentadas em ambiente continental.

Os arenitos limpos, os calcários e dolomitos puros, a anidrita, a halita, a gipsita e os carvões, não são em geral radioativos. Quando estas rochas contêm matéria argilosa, mostram no entanto índices de radioatividades que variam de acordo com a matéria argilosa contida. O aumento da porcentagem da fração argilosa ou siltica nas rochas sedimentares provoca o aumento da sua radioatividade. (ver capítulo III).

O registro do perfil RAIOS-GAMA, é efetuado por um instrumento que contém um detetor de radiação gama (Geiger-Mueller ou Cintilometro). Atualmente está generalizado o uso do Cintilometro, mais sensível e eficiente que o detetor Geiger-Mueller anteriormente utilizado.

O número de raios gama emitidos por uma mesma fonte de radiação não é igual, quando a sua contagem se faz em períodos de tempo muito curtos. As variações aumentam ainda mais, em fontes de baixo nível de radioatividade. Por esta razão, e com o objetivo de aumentar o tempo de medição frente às diversas camadas de forma a obter uma boa média das variações estatísticas, a velocidade do instrumento no furo durante a operação de registro é baixa, da ordem de 600 m/hora, ou seja cerca de 17 cm/segundo.

#### Efeitos da Formação e do Poço

A densidade das rochas é um parâmetro que afeta a medição de radioatividade pelo perfil GAMA, dado que nas rochas mais densas a absorção de raios gama é maior. Assim, entre duas

rochas de idêntico conteúdo em substâncias radioativas mas de densidade diferente, a rocha menos densa mostrará uma radioatividade aparente maior do que a rocha mais densa.

Entre os efeitos adversos ao registro do perfil RAIOS-GAMA, contam-se os devidos à própria sondagem. Assim, num poço revestido, a amplitude das deflexões da curva de raios gama é bastante atenuada, podendo alcançar valores até 40% inferiores aos observados na zona não revestida em rochas de idêntica radioatividade.

A densidade da lama e o diâmetro do furo são igualmente fatores que podem atenuar sensivelmente as deflexões da curva do perfil, especialmente nos casos de elevada densidade (lamas baritadas) e grande diâmetro, (zonas escavadas), pois nestes casos dá-se uma maior absorção da radiação natural das rochas pelo fluido de sondagem, antes da sua deteção pelo aparelho de registro.

#### Unidades de Medição

A intensidade radioativa das rochas pode ser calibrada em quantidade equivalente de radio. A unidade utilizada durante muito tempo nos registros dos perfis GAMA, foi o micrograma de radio equivalente por tonelada da rocha. Atualmente, usa-se a unidade API, sendo a correspondência de 16,5 UAPI para  $1 \mu\text{g Ra}$ .

#### Utilização do Perfil GAMA

- Este perfil é utilizado em poços revestidos, onde não é possível efetuar nem registros de SP, nem de RESISTIVIDADE:
- Em poços com lama saturada em NaCl, ou em lamas não condu-

toras (lamas de óleo), e em poços vazios, é usado em substituição do perfil de SP, o qual não é possível obter em tais condições.

- Detecção de minerais radioativos como por exemplo, urânio e potássio.
- Delimitação de camadas de carvão.
- Reconhecimento, delimitação de camadas e apreciação da porcentagem de argila em outros tipos litológicos.
- Possível indicação do ambiente sedimentar em que se depositaram as camadas de lutitas (continental, marinho aberto e marinho restrito).
- Determinação possível de linhas de tempo (picos radioativos persistentes em elevado número de perfis de uma mesma região.).
- O perfil Gama é um excelente instrumento de trabalho para estabelecimento de correlações em séries areno-argilosas.

A interpretação, qualitativa deste tipo de perfil é exposta no Capítulo III.

#### PERFIL DENSIDADE (GAMA-GAMA)

O princípio da perfilagem DENSIDADE, baseia-se na dispersão e absorção dos raios gama pelos eletrons dos átomos de uma substância. Os raios gama podem ser considerados como partículas de grande velocidade que ao encontrarem na sua trajetória os eletrons dos átomos de qualquer substância, chocam-se com eles, cedendo a cada choque uma parte da sua energia (efeito Compton). Se a quantidade de eletrons é grande, os raios gama acabam sendo absorvidos a curta distância da fonte emissora. Se pelo contrá-

rio o número de choques é pequeno, os raios gama podem continuar o seu trajeto, embora com energia reduzida, e ser detetados por um ou mais instrumentos de medição, colocados a certa distância da fonte emissora.

Uma vez que a densidade eletrônica é proporcional à densidade da substância, as variações da intensidade da radiação recebida pelo detetor ou detetores do instrumento de perfilação ao longo do seu trajeto no poço, é uma consequência das diferenças de densidade das rochas através da qual viajaram os raios gama emitidos pela fonte. No que se refere às rochas sedimentares, a sua densidade eletrônica está relacionada com a densidade eletrônica da matriz, da porosidade da rocha, e da densidade dos fluídos nela contidos. Em consequência, se forem conhecidas as densidades de matriz e do fluído, é possível determinar a porosidade da rocha a partir dos valores medidos pelo perfil DENSIDADE. Por esta razão se diz que este perfil é também perfil de porosidade.

#### Aparelho

O aparelho usado na perfilação, inclui uma fonte emissora e um ou dois detetores de raios gama colocados a diferentes distâncias acima da fonte emissora. Dado que a interposição de reboco ou de lama entre o aparelho de medida e a rocha, provocam efeitos prejudiciais para a exatidão das medições, este é provido de um braço flexível que força o aparelho contra a parede do poço. Os movimentos do braço provocados pela irregularidade das dimensões transversais do furo, são, nalguns modelos, aproveitados para a obtenção do perfil DIÂMETRO, parâmetro este necessário para efetuar as correções a introduzir nos valores medidos, possibilitando uma boa interpretação quantitativa.

A velocidade de registro do perfil DENSIDADE, dado tratar-se de um método radioativo e portanto sujeito a variações estatísticas, é pequena. A velocidade máxima recomendável é da ordem de 550 m/hora.

### Utilização

Por ser tratar de um perfil de radioatividade, o DENSIDADE tal como o GAMA pode ser obtido em furos com qualquer tipo de lama ou mesmo vazios.

- Na industria petrolífera, este perfil é utilizado principalmente como perfil de determinação da porosidade, parâmetro indispensável para o cálculo de reservas.
- Como se pode observar na tabela da fig. 3, o grande contraste de densidades lidas pelo aparelho entre os carvões e a generalidade das outras rochas sedimentares, torna este perfil um instrumento excelente para a detecção e determinação dos limites das camadas de carvão. Chama-se no entanto a atenção para o fato de que camadas de outras rochas podem às vezes ser erradamente interpretadas como camadas de carvão, quando o furo apresenta cavernas de grande diâmetro. Nestas condições, a densidade registrada é fortemente influenciada pela espessura de lama, de baixa densidade, interposta entre o aparelho de registro e a camada de rocha, mostrando-se a curva do perfil semelhante à que se observa frente a camadas de carvão. A dúvida é nestes casos eliminada pelo perfil DIÂMETRO, pelo que a sua utilização é recomendável, mesmo quando se pretenda fazer unicamente uma interpretação qualitativa do perfil DENSIDADE.

MINERAL OU ROCHA		FÓRMULA	DENSIDADE REAL	DENSIDADE NO PERFIL	DEFLEXÃO GAMA Em unidades API (Diâmetro do furo 8")	OBS
QUARTZO		$SiO_2$	2,654	2,648	0	
ARENITO ( Porosidade = 10%)			2,489	2,485	10 - 30 ( 1 )	(1) Depende da porcentagem de argila e da extensão de material radioativo
CALCITA		$CaCO_3$	2,710	2,710	0	
CALCÁREO POROSIDADE = 10%			2,540	2,540	5 - 10 (2)	(2) Depende da porcentagem de argila
DOLOMITA		$CaCO_3, MgCO_3$	2,870	2,876	0	
DOLOMITA POROSIDADE = 10%			2,680	2,683	10- 20 (3)	(3) Depende da porcentagem de argila
ARGILA			—	2,2 - 2,65(1)	80-140 (4)	(1) Aumenta em geral com a profundidade, devido à compactação (4) - Ver capítulo 7 - Geologia
EVAPORITOS NÃO RADIOATIVOS	ANIDRITA	$CaSO_4$	2,960	2,977	0	
	GIPSITA	$CaSO_4, 2H_2O$	2,320	2,351	0	
	HALITA	$NaCl$	2,165	2,032 (1)	0	(1) Notar o desvio de valores entre densidade real e densidade perfil.
	TRONA	$NaCO_3, NaHCO_3, 2H_2O$	2,120	2,100	0	
EVAPORITOS RADIOATIVOS	SILVITA	$KCl$	1,984	1,863	~ 500 (5)	(5) % de $OK_2$ aparente = 63,1
	CARNALITA	$KCl, MgCl_2, 6H_2O$	1,610	1,570	200 (6)	(6) % de $OK_2$ aparente = 17,0
	LONGBEINITA	$K_2SO_4, 2MgSO_4$	2,830	2,820	275 (7)	(7) % de $OK_2$ aparente = 22,6
	POLIHALITA	$K_2SO_4, MgSO_4, 2CaSO_4, 2H_2O$	2,780	2,790	180 (8)	(8) % de $OK_2$ aparente = 11,5
	KAIANITA	$MgSO_4, KCl, 3H_2O$	2,130	2,120	225 (9)	(9) % de $OK_2$ aparente = 18,9
ANTRACITO			$\begin{cases} 1,400 \\ 1,800 \end{cases}$	$\begin{cases} 1,355 \\ 1,796 \end{cases}$	0 (10)	(10) Rocha com elevada teor de argila mostra deflexões no perfil Gama
CARVÕES BETUMINOSOS			$\begin{cases} 1,200 \\ 1,500 \end{cases}$	$\begin{cases} 1,173 \\ 1,514 \end{cases}$	0 (11)	(11) Idem (10)
ÁGUA DOCE		$H_2O$	1,000	1,00	0	
ÁGUA SALGADA		200.000 p.p.m	1,145	1,135	0	
PETRÓLEO		$n(CH_2)$	0,850	0,850	0	

- Este perfil, conjugado com o perfil GAMA, fornece dados concretos na pesquisa de depósitos de evaporitos radioativos (tabela - fig. 3).
- A diferença de densidades entre os xistos betuminosos e outras lutitas, pode ser utilizada para o seu reconhecimento e para a determinação do rendimento em petróleo daquela rocha.

Interpretação qualitativa - Ver Capítulo III.

### CAPÍTULO III

#### INTERPRETAÇÃO QUALITATIVA DOS PERFIS DE SP, DIÂMETRO

##### RESISTIVIDADE, RAIOS GAMA E DENSIDADE

Na elaboração do Quadro anexo, foi suposto que:

- o furo de sondagem foi iniciado com lama "doce, à base de água e bentonita, com salinidade de cerca de 5.000 p.p.m.;
- foi realizada a primeira operação de perfilagem até à base da camada do Argilito  $A_2$ , em lama com as características acima referidas;
- a partir do topo da camada de halita a lama foi saturada a 200.000 p.p.m., para evitar a dissolução da halita e consequente formação de cavernas;
- a segunda operação de perfilagem foi realizada entre o topo da camada de halita e o embasamento, em lama saturada.

#### INTERPRETAÇÃO

##### 1) - ARGILITO $A_1$ :

- a) DIÂMETRO: Os argilitos são afetados pela ação erosiva da lama de sondagem. O diâmetro do poço mostra um aumento de 1" em relação ao diâmetro da broca.
- b) SP: Frente a camadas de argilas, que são rochas impermeáveis, não existem diferenças de potencial eletroquímico, não se observando portanto deflexão da curva de SP. Os valores de SP nas diferentes camadas argilosas, e nas camadas de rochas impermeáveis, encontram-se num alinhamento denominado "linhas das argilas". As medições dos



valores de SSP (Potencial Espontâneo Estático) que se utilizam para os cálculos de  $R_w$  são feitas tomando como origem a "linha das argilas".

c) RESISTIVIDADE:

Normal curta: - A resistividade das argilas apresenta sempre valores extremamente baixos, pois embora se trate de rochas impermeáveis, a sua porosidade é elevada, preenchida por fluido condutor.

A resistividade das camadas argilosas aumenta progressivamente com a profundidade por perda de água e de porosidade, devido à compactação provocada pelo peso dos sedimentos sobrepostos.

Normal longa: - Dado tratar-se de sedimentos impermeáveis, não existe invasão da camada pelo filtrado da lama, e as leituras da Normal curta e longa são portanto idênticas.

d) RAIOS GAMA: Os sedimentos argilosos são os que apresentam o maior índice de radioatividade, exceção feita a evaporitos radioativos, fosfatos e arenitos ou conglomerados uraníferos.

De entre as diferentes rochas argilosas, os folhelhos negros marinhos, ricos em matéria orgânica, são os que mostram índice de radioatividade mais elevado, devido à adsorção de urânio.

e) DENSIDADE: Os valores de densidade lidos por este aparelho frente a camadas argilosas, varia entre 2,2 e 2,75.

2) - SILTITO B<sub>1</sub>:

a) DIÂMETRO: O siltito é menos susceptível que o argilito à formação de cavernas.

b) SP: Os siltitos podem originar ligeiras deflexões da curva de SP, dependendo da porcentagem da fração silt em relação à fração argila.

c) RESISTIVIDADE:

Normais curta e longa: - Sempre valores pequenos. Amplitudes pouco diferentes das curvas da Normal curta e longa, dada a invasão muito fraca ou mesmo nula.

d) RAIOS GAMA: O índice de radioatividade dos siltitos é inferior ao das argilas pela maior contribuição de quartzo, mineral não radioativo, na constituição da rocha.

e) DENSIDADE: Semelhante à dos argilitos.

3) - ARENITO C<sub>1</sub>:

a) DIÂMETRO: A formação de reboco mostra que se trata de uma rocha porosa e permeável invadida pelo filtrado da lama.

b) SP: A inflexão da curva para o lado dos potenciais positivos indica que a concentração de NaCl na água da formação é inferior à do filtrado da lama.

c) RESISTIVIDADE:

Normal curta: - Face ao pequeno raio de investigação da Normal curta e à extensão relativamente grande da zona invadida, esta curva lê uma resistividade semelhante à do filtrado da lama.

Normal longa: - O raio de investigação da Normal longa é suficientemente grande para ultrapassar a zona invadida e ler para além desta. Por essa razão o valor da resistividade registrado pela Normal longa é semelhante à resistividade da água da formação. (mais resistiva que a água do

filtrado da lama).

- d) RAIOS GAMA: A radioatividade dos arenitos é em geral fraca, variando entre 10 e 30 UAPI em função do teor de argila.
- e) DENSIDADE: A densidade aparente dos arenitos medida pelos perfis Densidade é vizinha de 2,5.
- 4) - FOLHELHO D<sub>1</sub>:
- a) DIÂMETRO, SP, RESISTIVIDADE e DENSIDADE: idêntica ao argilito A<sub>1</sub>.
- b) RAIOS GAMA: Os folhelhos contêm em geral maior porcentagem de matéria orgânica que os argilitos. Por isso apresentam índice de radioatividade ligeiramente mais elevado do que aqueles.
- 5) - CARVÃO E<sub>1</sub>:
- a) DIÂMETRO: A formação de cavernas é frequente em camadas de carvão atravessadas por sondagens.
- b) SP: A curva de SP não é em geral característica frente a camadas de carvão. Tanto pode originar deflexões no sentido positivo como negativo, ou não apresentar qualquer deflexão.
- c) RESISTIVIDADE:
- Normal curta: - Sendo o carvão um isolante elétrico, a pequena normal lê altas resistividades.
- Normal longa: - Dado ser o carvão uma rocha em princípio impermeável, a leitura da Normal longa deverá ser semelhante à da Normal curta.

d) RAIOS GAMA: A radioatividade dos carvões betuminosos é quase sempre nula. No entanto, carvões com elevado teor de cinzas (matéria argilosa), podem apresentar alguma radioatividade, e este é o caso no exemplo apresentado, em que a radioatividade do carvão é idêntico a do Arenito  $C_1$ .

e) DENSIDADE: A densidade dos carvões betuminosos medida pelo aparelho Densidade, varia entre 0,7 para os linhitos, e 1,8 para os antracitos. Para cada rank, a densidade varia ainda com o teor de cinzas.

No caso presente, a baixa densidade indicada pelo aparelho (cerca de 1,4) parece mostrar um carvão de baixo teor de cinzas, o que não é confirmado pelo Gama. A razão da discrepância deve-se à zona escavada, revelada pelo Diâmetro. Nestas condições, a medida de Densidade é fortemente influenciada pelo volume de lama que se interpõe entre as paredes do furo e o aparelho de medição.

6) - FOLHELHO  $D_2$ :

Interpretação idêntica à do folhelho  $D_1$ .

O aumento de resistividade e a diminuição da radioatividade em relação a  $D_1$  são aparentes, e devidos à pequena espessura da camada.

7) - CARVÃO  $E_2$ :

a) DIÂMETRO: Menor formação de cavernas que em  $E_1$ .

b) SP: Deflexão de SP no sentido dos potenciais negativos.

c) RESISTIVIDADE:

Normais curta e longa: - Alta resistividade nos dois perfis, maior do que em  $E_1$ , indicando que se trata possível

mente de um carvão menos argiloso do que o da camada sobreposta.

- d) GAMA: A radioatividade muito baixa, avizinhandose do zero, confirma o baixo teor de cinzas.
- e) DENSIDADE: A densidade medida de cerca de 1,5, frente a uma zona não escavada, e o baixo teor de cinzas, indicam que se trata provavelmente de um carvão de rank betuminoso.

8) - FOLHELHO D<sub>3</sub>:

Interpretação idêntica ao Folhelho D<sub>1</sub>.

9) - CALCÁRIO F:

- a) DIÂMETRO: A não formação de cavernas, mostra tratar-se de uma rocha dura e compacta. A inexistência de reboco mostra que a rocha é impermeável.
- b) SP: O calcário é impermeável, e comporta-se como argilito ou folhelho na curva de SP.
- c) RESISTIVIDADE:  
Normais curta e longa: - Sendo o calcário compacto e impermeável, a sua resistividade é elevada e idêntica em ambos os perfis, visto não existir invasão da camada pelo filtrado da lama.
- d) GAMA: A baixa radioatividade (5 UAPI) indica tratar-se de um calcário praticamente isento de matéria argilosa.
- e) DENSIDADE: A densidade dos calcários medida pelo aparelho Densidade varia entre 2,5 e 2,7 consoante a sua porosidade.

10) - ARENITO C<sub>2</sub>:

a) DIÂMETRO: Idem C<sub>1</sub>.

b) SP: A deflexão da curva de SP no sentido dos potenciais negativos, indica tratar-se de uma camada porosa e permeável, contendo uma água de formação com maior concentração de NaCl do que a água do filtrado da lama. Pode deduzir-se ainda que o arenito não é "limpo" e possui uma pequena porcentagem de argila, visto que a deflexão não atinge a "linha das areias".

Obs.: Chama-se "linha das areias", à reta que une as deflexões máximas de SP frente a camadas de arenitos espessas e isentas de argilas ("arenitos limpos").

c) RESISTIVIDADE:

Normal curta: - Dado tratar-se de uma rocha porosa e permeável, o raio da zona invadida é grande. Assim, a Normal curta, pelo seu pequeno raio de investigação, vai ler somente a zona invadida, contendo água do filtrado de baixa salinidade (resistividade elevada).

Normal longa: - devido ao maior raio de investigação da Normal longa, esta vai medir a resistividade da zona não invadida contendo água de elevada salinidade (baixa resistividade).

d) RAIOS GAMA: O índice de radioatividade, maior do que o do arenito C<sub>1</sub>, indica conteúdo de argila superior aquele.

e) DENSIDADE: Valor ligeiramente mais elevado que o arenito C<sub>1</sub> (Densidade água salgada = 1,13)

11) - FOLHELHO D<sub>4</sub>:

- a) DIÂMETRO e SP: Idem ao Folhelho D<sub>1</sub>.
- b) RESISTIVIDADE: Ligeiro aumento da resistividade nas duas curvas (curta e longa) em relação a D<sub>1</sub>, devido à maior profundidade de soterramento. (maior compactação e menor porosidade).
- c) RAIOS GAMA: A elevada radioatividade, indica tratar-se de um folhelho depositado em meio marinho restrito, com elevada porcentagem de matéria orgânica do tipo húmico (adsorção e precipitação do urânio contido na água do mar pela matéria orgânica em decomposição).
- d) DENSIDADE: A elevada porcentagem de matéria orgânica, deverá (teoricamente) diminuir ligeiramente a densidade da rocha.

12) - ARENITO C<sub>3</sub>:

- a) DIÂMETRO: Interpretação idêntica às camadas C<sub>1</sub> e C<sub>2</sub>.
- b) SP: Idem a C<sub>2</sub>. A deflexão da curva de SP é maior que em C<sub>2</sub> e atinge a "linha dos arenitos" indicando tratar-se de uma rocha "limpa", com muito pequena porcentagem de argila.
- c) RESISTIVIDADE:  
Normal curta: - Observa-se uma resistividade mais elevada do que no Arenito C<sub>2</sub> pela seguinte razão: a zona invadida contém água de elevada resistividade tal como em C<sub>2</sub>, mas a este efeito soma-se ainda o efeito da resistividade do petróleo residual existente na zona invadida.  
Normal longa: - A normal longa lê a zona não invadida e

deveria pois registrar resistividades muito elevadas, correspondentes ao petróleo contido na formação.

Isto não se verifica porque as jazidas de petróleo contêm sempre uma certa porcentagem de água (até 40%) de muito elevada concentração salina, o que faz baixar a resistividade média da rocha. Por isso, observa-se ligeira diferença, para menos, na resistividade lida pela Normal longa.

- d) RAIOS GAMA: A baixa radioatividade do arenito confirma a leitura da curva de SP no que refere à sua argilosidade.
- e) DENSIDADE: Por conter petróleo (densidade = 0,85), o valor lido é inferior ao da camada C<sub>2</sub>.

13) - FOLHELHO D<sub>5</sub>: Idem ao folhelho D<sub>4</sub>. Ligeiramente menos radioativo.

14) - ANIDRITA G:

- a) DIÂMETRO: A anidrita é uma rocha dura, compacta e impermeável, e tem por isso comportamento idêntico ao calcário F, no que respeita aos perfis de DIÂMETRO, SP e RESISTIVIDADE.
- b) RAIOS GAMA: a medida de radioatividade é praticamente nula neste tipo de rocha.
- c) DENSIDADE: De entre as rochas sedimentares, é a anidrita que apresenta maior densidade nas leituras deste aparelho, e que correspondem de fato à sua densidade real (valor da densidade das anidritas medida pelos perfis Densidade = 2,977; valor de densidade real = 2,960).



15) - ARGILITO A<sub>2</sub>:

DIÂMETRO, SP e DENSIDADE: Comentários idênticos aos do argilito A<sub>1</sub>.

Nota-se ligeiro aumento de resistividade devido à maior profundidade de soterramento.

A radioatividade é inferior à do argilito A<sub>1</sub>, o que indica ser provável a sua origem continental com teor muito baixo ou nulo de matéria orgânica.

16) - HALITA H:

a) DIÂMETRO: O fluído que está sendo utilizado pela perfuração, é lama de muito baixa salinidade, e portanto de elevada capacidade de dissolução. Em consequência, a dissolução da halita pelo filtrado da lama, origina a formação de grandes cavernas. Na parte superior da camada, o diâmetro do furo atinge quase 12" (diâmetro da broca = 8").

b) SP: Sendo o sal uma rocha impermeável, a curva de SP mantém-se na linha das argilas.

Deve notar-se que além da razão acima enunciada, a elevada salinidade da lama provocada pela dissolução da halita, impediria o registro de eventuais deflexões da curva de SP, mesmo frente a rochas permeáveis.

c) RESISTIVIDADE:

Normais curta e longa: - Ao ser atingida e reconhecida a camada de halita, a lama de perfuração foi saturada em sal até 200.000 p.p.m. objetivando evitar a formação de cavernas de grande diâmetro.

Os perfis de resistividade não são obtíveis em lamas altamente condutivas, pelo que as curvas das normais cur

ta e longa são incharacterísticas e não utilizáveis.

A halita pura, é no entanto uma rocha de muito elevada resistividade.

- d) RAIOS GAMA: A radioatividade da halita é nula.
- e) DENSIDADE: O perfil densidade registra sempre o valor de 2,03, embora a densidade real da halita seja de 2,165.

17) - SILVITA I:

- a) DIÂMETRO: a formação de cavernas encontra-se atenuada pela saturação da lama em NaCl.
- b) SP e RESISTIVIDADE: Mesmas considerações que para a camada de halita.

- c) RAIOS GAMA: A alta radioatividade da camada mostra que ela contém sais de potássio.

A radioatividade das camadas de silvita lida pelos perfis Gama é da ordem de 500 UAPI (1 UAPI  $\approx$  16,5  $\mu$ g Ra - eq/ton).

- d) DENSIDADE: A densidade verdadeira da silvita é de 1,984. Os perfis DENSIDADE têm o valor de 1,863 frente a camadas de silvita.

O contraste de densidades e de radioatividade dos perfis frente a camadas de halita e de silvita, é um meio seguro para o reconhecimento destas duas rochas.

18) - ARGILITO A<sub>3</sub>:

Mesmas considerações que para a camada A<sub>1</sub> no que se refere a DIÂMETRO, RAIOS GAMA e DENSIDADE, que são perfis não influenciados pelo tipo ou características do fluido de sondagem.

A RESISTIVIDADE mostra valores incaracterísticos, devido à elevada salinidade da lama.

19) - ARENITO URANÍFERO C<sub>4</sub>:

a) DIÂMETRO: A existência de reboco, mostra estarmos em presença de uma rocha porosa e permeável.

A espessura reduzida do reboco é motivada pelas características da lama, e é típica de rebocos em lamas saturadas em sal. .

b) SP e RESISTIVIDADE: Valores incaracterísticos devido à elevada salinidade da lama.

c) RAIOS GAMA: Radioatividade muito elevada, ultrapassando 500 UAPI.

d) DENSIDADE: A densidade lida no perfil, de cerca de 2,5 está de acordo com os valores registrados pelo aparelho em arenitos porosos.

A diferente densidade da silvita (1,863) e a formação de reboco, é meio seguro para distinguir uma camada de silvita de outra constituída por um arenito contendo minerais de urânio, ambos possuindo elevada radioatividade.

20) - GRANITO:

a) DIÂMETRO: Por se tratar de rocha dura, compacta e impermeável, não se observam cavernas nem reboco.

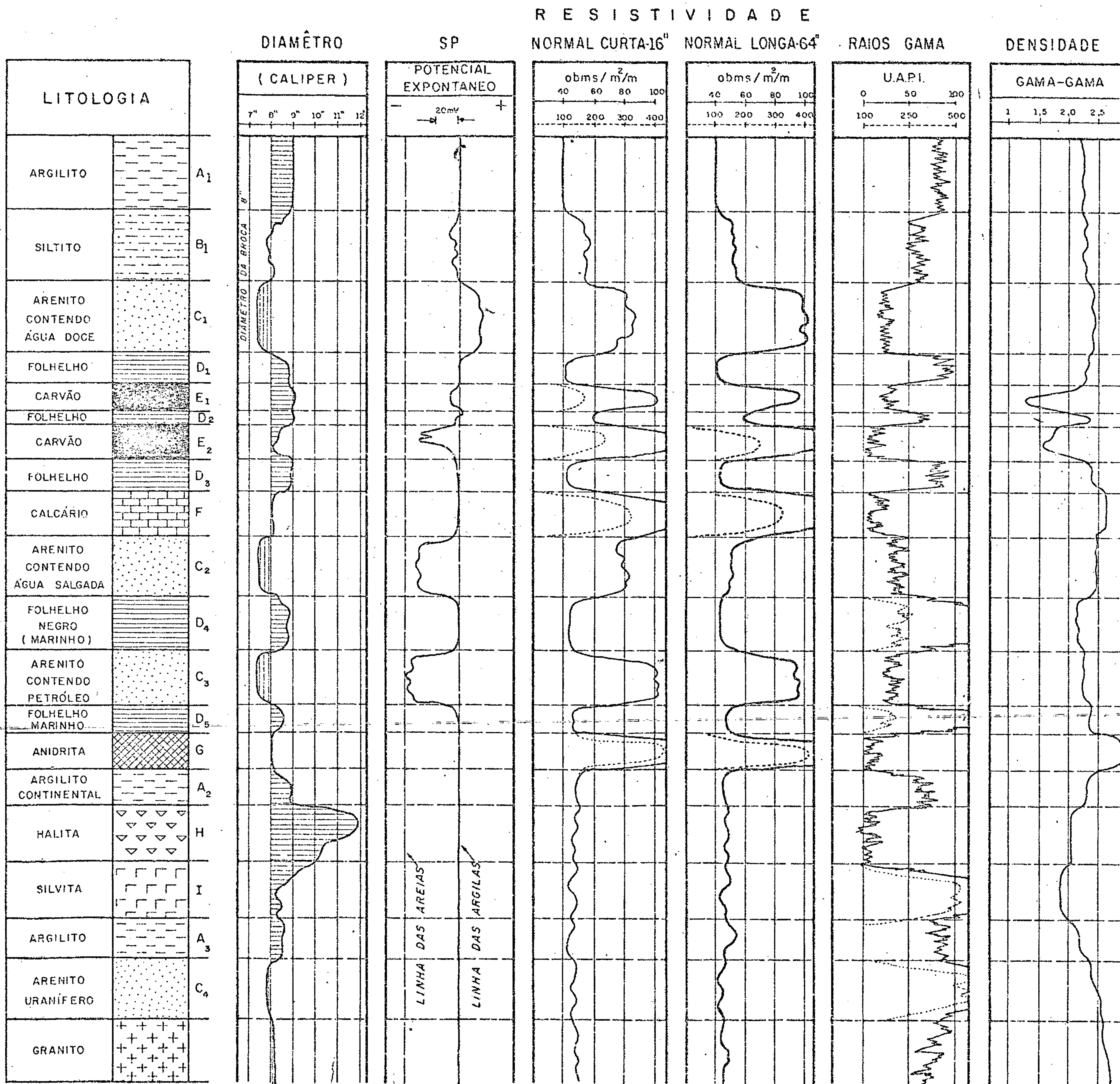
b) SP e RESISTIVIDADE: Incaracterísticas, devido à elevada salinidade da lama.

c) RAIOS GAMA: Valores médios de radioatividade semelhantes aos de argilitos e siltitos.

d) DENSIDADE: Valores em redor de 2,5.

# RESPOSTA DE DIFERENTES PERFIS FRENTE A UMA COLUNA LITOLÓGICA HIPOTÉTICA.

(Lama à base de bentonita e água: salinidade  $\approx 5.000$  p.p.m)



ELABORADO POR: AMADEU PAIVA SANTOS.

DESENHADO POR: ELAINE OLIVEIRA SOUZA

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- SCHLUMBERGER - "Introducción Al Metodo Schlumberger de Perfilaje de Pozos". Documento Schlumberger nº 8, 174 pag., Ed. 1958.
- SCHLUMBERGER - "Interpretation de Perfiles". Vol. 1, 155 pag., Ed. 1972
- PUZIN, L.A. - "Qué es Perfilaje de Pozos? What are Well - Logging Methods?" - Ed. de PETRÓLEO INTERAMERICANO, 27 pag., junho-dezembro, 1962.
- SWANSON, V.E. - "Oil Yield and uranium Content of Black Shales". Geological Survey professional paper 355 - A, 44 pag., Ed. U.S. Gov. Print Office, Washington, 1960.
- SWANSON, V.E. - "Geology and Geochemistry of Uranium in Marine Black Shales". Geological Survey Professional paper 356 - C, (67-112); Ed. U.S. Gov. Print. Office, Washington, 1961.

PERFILAGEM PROJETO MOÇAMBIQUE PROGRAMA MUCANHA-VUZI

EQUIPAMENTO DE PERFIL. MOIST SOJRIE - 3000 NB - 03 SONDAS NRS 3A E 3B

FUNÇ	DATA	A V A N Ç O			PROFUNDIDADE PERFURAÇÃO	OBS	INTERVALO PERFILADO			PROP. FINAL DO REVESTIMENTO	NÍVEL DO FLUIDO
		RAIOS GAMA	RESISTÊNCIA	SP			RAIOS GAMA	RESISTÊNCIA	SP		
05-VB-82	16.07.82	198,20	190,70	190,70	199,70		198,20/0,00	198,70/08,00	198,70/08,00	8,00	0,00
01-VB-82	17.07.82	162,00	149,00	-	162,60	*	162,00/0,00	162,50/13,00	-	-	0,00
04-VB-82	21.07.82	166,40	141,50	141,50	167,00		166,40/0,00	166,90/25,40	166,90/25,40	25,40	0,00
03-VB-82	26.07.82	285,30	279,70	190,80	285,90	*	285,30/0,00	285,80/06,10	285,80/95,00	6,10	0,00
02-VB-82	28.07.82	196,00	190,50	190,50	237,70	*	196,00/0,00	196,50/06,00	196,50/06,00	6,00	0,00
06-VB-82	31.07.82	242,00	161,40	-	242,55		242,00/0,00	242,50/81,10	-	81,10	0,00
10-VB-82	03.08.82	224,00	217,90	217,90	225,00		224,00/0,00	224,50/06,60	224,50/06,60	6,60	0,00
08-VB-82	03.08.82	72,50	54,70	54,70	76,00		72,50/0,00	73,00/18,30	73,00/18,30	18,30	0,00
13-VB-82	04.08.82	72,50	57,80	57,80	94,00		72,50/0,00	73,00/15,20	73,00/15,20	15,20	0,00
11-VB-82	04.08.82	254,00	240,30	240,30	254,50		254,00/0,00	254,50/14,20	254,50/14,20	14,20	0,00
15-VB-82	12.08.82	104,00	87,80	87,80	104,70		104,00/0,00	104,50/16,70	104,50/16,70	16,70	0,00
07-VB-82	15.09.82	312,20	215,40	215,40	313,00	*	312,20/0,00	312,70/64,00	312,70/64,00	64,00	0,00
20-VB-82	18.08.82	222,90	217,10	-	223,50		222,90/0,00	223,40/06,30	-	6,30	0,00
09-VB-82	18.08.82	194,40	191,90	-	200,00		199,40/0,00	199,90/08,00	-	6,10	8,00
14-VB-82	19.08.82	197,70	191,00	191,00	198,35		197,70/0,00	198,20/07,20	198,20/07,20	7,25	0,00
22-VB-82	24.08.82	178,70	167,00	-	179,20		178,70/0,00	179,20/12,20	-	12,20	0,00
19-VB-82	25.08.82	125,50	119,70	119,70	126,00		125,50/0,00	126,00/06,30	126,00/06,30	6,30	0,00
16-VB-82	31.08.82	242,50	240,00	-	242,10		242,50/0,00	243,00/03,00	-	3,00	0,00
17-VB-82	03.09.82	197,90	188,70	188,70	199,00		197,90/0,00	198,40/09,70	198,40/09,70	9,65	0,00
18-VB-82	06.09.82	192,20	186,60	-	193,00		192,20/0,00	192,70/06,10	-	6,10	0,00
12-VB-82	07.09.82	371,50	362,90	362,90	373,55		371,50/0,00	372,00/09,10	372,50/09,10	9,10	0,00
27-VB-82	08.09.82	56,50	51,00	51,00	57,20		56,50/0,00	57,00/06,00	57,00/06,10	6,00	0,00
30-VB-82	08.09.82	247,50	247,50	247,50	251,50	*	247,50/0,00	248,00/ 0,50	248,00/ 0,50	13,50/18,60	0,00
31-VB-82	10.09.82	410,40	393,90	252,00	411,00		410,40/0,00	410,80/17,00	269,00/17,00	6,60	17,00
35-VB-82	11.09.82	134,40	128,30	-	135,00		134,40/0,00	134,20/06,60	-	6,60	0,00
28-VB-82	12.09.82	111,50	96,80	96,80	112,10		111,50/0,00	112,00/15,20	112,00/15,20	15,20	0,00
21-VB-82	15.09.82	175,00	130,00	130,00	175,55	*	175,00/0,00	175,50/45,50	175,50/45,50	45,50	0,00
33-VB-82	21.09.82	224,80	213,10	-	225,50		224,80/0,00	225,30/12,20	-	12,20	0,00
23-VB-82	21.09.82	278,00	272,50	-	278,50		278,00/0,00	278,50/06,00	-	6,00	0,00
29-VB-82	22.09.82	256,40	238,70	238,70	257,00		256,40/0,00	256,90/07,20	256,90/07,20	7,20	0,00
36-VB-82	24.09.82	248,50	240,30	240,30	249,35		248,50/0,00	249,00/08,70	249,00/08,70	8,30	0,00
26-VB-82	28.09.82	169,80	151,80	133,30	170,65	*	169,80/0,00	170,30/18,50	170,30/37,00	15,00	18,50
32-VB-82	05.10.82	418,50	406,50	-	418,75		418,50/0,00	419,00/12,50	-	12,50	0,00
24-VB-82	11.10.82	398,40	391,90	-	400,00		398,40/0,00	398,90/07,00	-	7,00	0,00
37-VB-82	20.10.82	450,30	319,30	-	450,00		450,30/0,00	450,90/31,60	-	131,65	0,00
25-VB-82	21.10.82	104,40	83,20	83,20	105,00	*	104,40/0,00	104,90/21,20	104,90/21,20	6,00	0,00
38-VB-82	22.10.82	153,50	147,50	-	155,00		153,50/0,00	154,00/06,50	-	6,00	0,00
34-VB-82	23.10.82	452,40	242,60	242,60	453,00	*	452,40/0,00	452,90/210,30	452,40/210,30	210,30	0,00
40-VB-82	25.10.82	294,50	261,00	261,00	295,10		294,50/0,00	295,00/34,00	295,00/34,00	34,00	0,00
39-VB-82	26.10.82	59,40	53,90	-	60,00		59,40/0,00	59,90/06,00	-	6,00	0,00
41-VB-82	28.10.82	199,40	190,40	190,90	200,00		199,40/0,00	199,90/09,00	199,90/09,00	9,00	0,00
42-VB-82	28.10.82	109,40	97,90	-	110,00		109,40/0,00	109,90/12,00	-	12,00	0,00
43-VB-82	31.10.82	208,90	187,70	-	210,00		208,90/0,00	209,40/21,70	-	21,70	0,00
44-VB-82	31.10.82	147,20	120,40	120,40	148,10		147,20/0,00	147,70/27,30	147,70/27,30	24,00	0,00
PH-01-VB-82	01.10.82	39,20	-	-	40,00	*	39,20/0,00	-	-	37,50	-
PH-02-VB-82	06.10.82	52,50	-	-	60,00	*	52,50/0,00	-	-	49,00	-
PH-03-VB-82	12.10.82	79,40	19,40	19,40	80,00	*	79,40/0,00	79,90/60,50	79,90/60,50	59,60	-
TOTAL		9697,60	8537,70	4.756,80							