

## A EVOLUÇÃO DA PERFURAÇÃO

O Homem tem perfurado poços na superfície da Terra há cerca de 2.000 anos. A um engenhoso chinês é creditada a invenção da máquina de perfurar poços para obter água salgada, que evaporada daria o sal. Usando a força manual ele levou cerca de 10 anos para completar um desses furos.

Foram dados diversos passos definitivos no progresso evolutivo dos modernos métodos de perfuração. Muitos métodos têm sido desenhados e estão sendo empregados hoje na perfuração de furos na Terra.

### A. Perfurações a Percussão (baixa frequência):

Consiste num processo que se emprega a força do impacto para penetrar a formação geológica. O impacto é a maneira mais eficiente para quebrar as rochas, porém o equipamento à cabo opera em poucos golpes por minuto e requerendo tempo para a limpeza dos destritos no furo, baixa assim a velocidade de perfuração.

Os furos feitos com esse tipo de equipamento são razoavelmente profundos (até +/- 400m de profundidade) e de grandes diâmetros (4" - 6").

### B. Perfurações Rotativas:

A perfuração rotativa à base de lama foi o subsequente sistema desenvolvido. Corta o material rochoso através do emprego de brocas de roletes que operam em rotação e sob o peso de tubos pesados (comandos).

Esse método apresenta uma média de penetração muito grande em rochas sedimentares, pois além da broca estar em contato contínuo com os grãos minerais da formação, o furo é limpo através da lama bombeada concomitantemente à perfuração.

### C. Sondagem a Percussão (baixa frequência)

A sondagem a percussão é aplicada quase que exclusivamente para furos pouco profundos e de pequenos diâmetros, utilizados em pesquisas geotécnica e geológicas.

#### D. Sondagens Rotativas à Diamante:

A sondagem a diamante é usada para se obter furos profundos (+/- 1.000m) e de pequenos diâmetros (+/- 1" a 3"), empregada notadamente na pesquisa e prospecção geológica (mineral).

#### E. Sondagens a Trado:

A sondagem a Trado é empregada quando as condições do terreno são suficientemente brandas que permitem sua penetração acionada por força manual.

É limitada a pequenas profundidades e sua aplicabilidade restringe-se a algumas pesquisas geológicas e estudos de solos para construções civis.

#### F. Perfurações a Ar (comprimido):

Á água foi o primeiro meio de limpeza nas primeiras perfurações efetivamente realizadas, sendo aplicada principalmente nas perfurações rotativas. Através dos anos houve modificações para adaptar a perfuração às condições atualmente requeridas (grandes profundidades e diâmetros; pesquisas de petróleo, etc), de modo que hoje o fluido de circulação usualmente empregado é a lama.

Esse método de fluxo ou limpeza do furo, tem sido aplicado desde vários anos atrás, até que foi constatado certas limitações na perfuração com lama, que puderam ser eliminadas caso aplicássemos o ar comprimido como fluxo das partículas de rochas do furo para a superfície. Com o desenvolvimento desse método, passou-se a aplicá-lo em perfurações de furos pouco profundos, tais como perfurações de furos para explosões, construções de campo, extração de rochas e cimento, perfurações sísmicas, perfurações para captação de água subterrânea e outras.

Baixas temperaturas e falta de suprimento d'água são alguns dos fatores que limitam a perfuração rotativa de rochas. Se a temperatura atmosférica baixar muito, pode-se as vezes necessitar paralisar a perfuração mesmo que se aplique calor ao fluido de perfuração quando este chegar a superfície.

Os tanques d'água tem que estar especialmente aquecidos para manter a água no estado líquido, as bombas e os equipamentos que carregam a lama e a água tem que ser limpos imediatamente após sua aplicação no furo, senão dificultará a continuidade das operações. Todavia todos esses serviços implicarão na perda de lama e de tempos preciosos.

Com o ar esse problema inexistente, pois a temperatura pode cair abaixo de zero e caso o operador possa sustentá-la, a perfuração proceder-se-á sem obstáculos. Em zonas áridas ou em áreas onde a água é difícil de ser obtida, torna-se custoso o provimento da mesma para

as operações de perfuração. Para o empreiteiro de estradas que usualmente perfura nas encostas de montanhas para executar explorações visando a construção das mesmas, a água pode estar a pouca distância dali, mas isso pode tornar oneroso um caminhão transportar água até o local da perfuração. Todavia com uma perforatriz a ar comprimido as operações podem ser realizadas em quaisquer locais, sendo desnecessário expender-se dinheiro com o transporte d'água, tanques e lama, pois todo esse material é necessário para iniciar-se uma perfuração rotativa.

#### G. Perfuração Rotativa com Ar Comprimido:

Há algum tempo foi constatado que a perfuração com ar era mais rápida que as com água ou lama. Com líquidos, as velocidades anulares são menores que as com ar, de modo que algum material cortado fica em volta da face da broca, fazendo com que a mesma triture e retribua essas partículas de rocha que deveriam ter sido ejetadas com o fluxo de lama, enquanto que com ar comprimido, após o corte, as partículas são imediatamente removidas da área em torno da broca para a superfície, com velocidade anular boa. O retrituramento das partículas é eliminado e a broca está continuamente cortando novas partículas de rochas, permitindo uma penetração adicional nas rochas. Com base nisso constatou-se que a maior vida útil das brocas pode ser atribuída a imediata limpeza do furo.

O ar removendo o material quase no mesmo momento em que são cortados implica numa ação abrasiva menor frente a broca, diminuindo o desgaste dos dentes e rolamentos. Isto não apenas significa uma substancial economia no custo da broca, mas também a diminuição na mudança da mesma, pois a coluna de tubos de perfuração deve ser totalmente sacada do furo para a troca da broca gasta.

Em muitas operações é desejável obter-se amostras para exames numa ordem tal, para a determinação das características da formação. Quando se perfura com ar, as amostras da formação não contaminadas e de tamanho suficiente, podem ser obtidas continuamente.

O material perfurado chega a superfície segundos após seu corte, de modo que a identificação da formação é simultânea. Isto provém ser extremamente desejável em muitas fases da pesquisa mineral. - Nas perfurações com lama, essa identificação é mais difícil devido ao retardo com que as partículas de rocha perfuradas chegam à superfície e pelo fato delas virem contaminadas com lama de perfuração.

Talvez uma das razões básicas para o grande emprego do uso de ar é pelo fato do tempo de retorno do material ser reduzido ao mínimo possível, e também a dispensa de custos com tanques, decantadores, batedores e revestimentos. O tempo dessa operação por isso, está reduzido a poucos minutos e apenas colabora com o necessário para nivelar o equipamento, levantar o mastro e por a broca em funcionamento. Como a chegada à broca do poço é simples e rápida, o equipamento empresta ótimas condições para perfurações de furos para explosões, perfurações para extrações minerais, aberturas de minas, perfurações para grandes construções, sondagens geológicas etc, onde são importantes condições

de rapidez e mobilidade.

Por causa desses fatores a perfuração rotativa convencional que antes era regra tende a ser exceção.

O mais recente desenvolvimento no campo da perfuração de poços é o método combinado rotativo-ar comprimido, com o uso do martelo de desmonte de rochas.

A combinação do martelo com botton-bits de tungstênio, tem dado grandes resultados comparados com os demais métodos.

#### H. Perfuração "Down the Hole"

A perfuração tipo "Down the Hole" é a combinação dos métodos rotativo e percussão. Ela emprega um bit de aço com bolas de tungstênio inseridas, que quebram as rochas duras e ou abrasivas rapidamente a um maior custo por metro perfurado que outros métodos. Todavia, como os outros métodos de perfuração o "Down the Hole" também apresenta particularidades, como perfurar em formações onde o bit não possui um rendimento adequado. Isso mostra o dilema de cada perfurador em decidir se os bits com algum desgaste suportarão um tempo bastante longo de perfuração efetiva e vantajosa.

Basicamente os princípios empregados pelo método "Down the Hole" são 2:

1. Usa-se bits de aço com bottons (botões) de tungstênio inseridos. Os bits são do tipo estrela com 4 ou 6 faces de corte, podendo seu desenho variar conforme o tipo de estrela convencional, com um afilamento para a inserção de novos bottons existentes no mercado.

2. O ar impele o pistão do martelo que age diretamente sobre o bit, ambos conectados com as hastes de perfuração. Isso será equivalente a colocar o martelo no fundo da seção de hastes, que batem o bit enquanto a coluna de perfuração está sendo rotada pelo cabeçote rotativo hidráulico.

A velocidade de rotação como em todos os outros métodos de perfuração rotativa, varia com o tipo de rocha perfurada. A dureza ou maior abrasividade da rocha, implica em se operar com baixa rotação, enquanto para rochas mais brandas imprime-se um aumento nas r.p.ms. - que são gerados pela rotação da caixa de velocidade.

A velocidade de rotação do cabeçote varia entre 0-115 rpm., sendo que segundo experiências de perfurações com martelo "Down the Hole", a média para a máxima vida dos bits varia entre 15-30 rpm.

Os outros fatores ainda são governados como nos outros métodos de perfuração.

Em todas as formações, a velocidade de rotação mais econômica é aquela que produz uma alta taxa de penetração sem excessivo des-

gaste do bit.

A percussão a alta frequência (utilizando o martelo) é realizada empregando a força do ar fornecido pelo compressor a um cilindro do martelo. As pressões requeridas para a operação do martelo variam de 100 a 250 psi, com golpes variando entre 400 a 1200 por minuto, dependendo da pressão e do tipo de martelo.

A força do pull-down exercida no bit depende da formação que está sendo perfurada.

O martelo "Down the Hole" é primordialmente efetivo para formações consolidadas onde o martelo estará em contínuo contato com a face da rocha. No caso das perfurações de poços tubulares, ela não é conveniente para perfurar seixos e sedimentos inconsolidados, pois sua penetração é pior nos sedimentos, devendo-se nesses casos empregar o sistema rotativo com brocas convencionais.

Portanto o martelo "Down the Hole" tem seu rendimento ótimo quando usado para perfurar rochas consolidadas, acima do nível d'água. A remoção de rochas duras ou abrasivas saturadas podem ser dificultadas, pois além da resistência da coluna d'água o operador deve saber manipular adequadamente o sistema, pois estará sujeito a prisões de ferramenta.

Então o tipo ideal de furo para se aplicar o sistema "Down the Hole" são aqueles em que as formações são rochas consolidadas, suas paredes são seguras e o furo (poço) é completado na rocha sem necessidade de revestimento.

O diâmetro do furo da perfuração "Down the Hole" é limitado pelos martelos e compressores, sendo comumente empregados na faixa de 4 1/2", 6" e 8". As profundidades dessas perfurações estão diretamente ligadas a capacidade dos compressores empregados (pressão e volume de ar), tendo também implicação o volume de água no poço e o peso por m<sup>3</sup> das rochas.

O formato dos bits na perfuração "Down the Hole", tem tido um grande desenvolvimento nos últimos anos, até chegarmos atualmente, aos bits com bobbens (betões) de tungstênio inseridos, que têm reduzido consideravelmente os custos do metro perfurado.

Como cerca de 80% dos poços tubulares perfurados em rochas duras no Brasil são Ø de 6" e profundidades de no máximo 100-150 metros, o método Down the Hole, se adequadamente empregado, pode atender substancial parte do campo da água subterrânea, com eficiência.

## BIBLIOGRAFIA

1. Giampá, Carlos E. Q. - Introdução a Hidrogeologia e Construção de Poços Tubulares - São Paulo - 1978
2. Gordon, Raymond W. - Perfuração de Poços a Percussão - USAID-CONESP Recife - 1968.
3. Johnson - Division, Universal Oil Products Co. - Água Subterrânea e Poços Tubulares - Rev. CETESB - São Paulo - 1974
4. Prominas Brasil S/A. - Perfuração a Percussão - São Paulo - 1972
5. Schramm Inc. - Rota Drills Manual - West Chester, Pa - 1977