

COMPLETAÇÃO DE POÇOS

Jairo Fonseca Leite¹

RESUMO

A exploração de aquíferos através de poços tubulares, requer invariavelmente um bom planejamento/execução da fase de completção. Este trabalho mostra a evolução no tratamento das diversas etapas da sua engenharia de construção, evidenciando as condições mínimas de operação capazes de operacionaliza-los de forma otimizada.

APRESENTAÇÃO

O termo completção de poços se refere ao conjunto de operações a serem realizadas na construção de um poço, e que atenda ao seu objetivo final que é colocar em contato com a superfície de uma maneira mais otimizável possível, o meio líquido ou gasoso contido nos reservatórios. No caso específico do meio líquido ser água este reservatório é também chamado de aquífero.

Neste trabalho procurou-se estabelecer parâmetros que norteiem a verdadeira expressão do que é uma completção de poços, principalmente para captação de água subterrânea, nosso enfoque principal.

O conteúdo do estudo se aplica primordialmente aos poços perfurados em áreas sedimentares, dada a sua maior complexidade de construção, comparativamente aos poços construídos em regiões cársticas ou de rochas cristalinas.

São levadas em consideração os aspectos construtivos, desde os levantamentos geológicos para locação do poço, passando por sua perfuração até a completção propriamente dita.

Os dados aqui apresentados estão balizados em cursos de especialização realizadas, principalmente na Petrobrás (Petróleo Brasileiro S/A), associados a análise bibliográfica sobre o assunto e as observações registradas pelo autor ao longo de sua carreira como geólogo de perfuração da CPRM, pelo período de 30 anos.

1) Consultor em Hidrogeologia e Perfuração de Poços Endereço: Rua Deputado Pedro Pires Ferreira, 216/101 – Jaqueira – Recife – PE - E-mail: jairoleite@yahoo.com.br - Fone: 81 9952 8878

1. INTRODUÇÃO

Os estudos de viabilidade econômica na construção de poços, tanto para abastecimento público, irrigação, uso industrial ou mesmo para recarga de aquíferos, passam por diversas fases que condicionam o seu melhor aproveitamento. Para tanto é necessário vislumbrar os dados capazes de contribuir para uma melhor captação.

É importante lembrar que as características construtivas de cada poço estão balizadas nos parâmetros: Potencialidade do aquífero prospectado e o volume necessário a ser explorado.

A eficiência hidráulica obtida em um poço mostra a performance de uma boa completação, o que possibilita uma redução nas perdas de carga poço x aquífero, tornando mais viáveis os insumos econômicos ali embutidos.

Nossa proposta refere-se a uma programação que mostre uma gama de situações que acontecem diariamente no nosso convívio profissional.

2. DEFINIÇÃO

A completação de um poço se define como a engenharia de colocar um aquífero em produção passando pelas fases de locação e perfuração.

Este trabalho abrange uma série de operações, as quais estão bem definidas nos manuais de normas técnicas e abrangem desde a descida dos revestimentos e filtros, colocação de pré-filtros, cimentações até o desenvolvimento final do poço.

3. TIPOS

Como já citado anteriormente, vamos nos deter apenas na completação de poços produtores de água, deixando-se de lado os produtores de óleo ou gás ou os beneficiadores de salmoura em mineração.

Pode-se dividir em dois tipos de completação:

- Poços em parede aberta (revestimento parcial)
- Poços totalmente revestidos (revestimento total)

3.1 POÇOS EM PAREDE ABERTA

Neste caso estão incluídos os poços perfurados em rochas cristalinas, onde apenas as zonas de capeamento mais friáveis são revestidas, ficando as fendas das rochas abertas para serem exploradas. E o outro grupo composto por rochas sedimentares que apresentam as paredes do poço estáveis e que não apresentam produção de sólidos na sua exploração.

Estão aí incluídos os aquíferos cársticos produtores de água através das fraturas, fendas e cavernas dos calcários e as formações areníticas compactas que existem pontualmente nas grandes bacias sedimentares.

Neste último caso, serão revestidos apenas as unidades litológicas superiores ao aquífero, enquanto o mesmo permanece em parede aberta.

3.2 POÇOS TOTALMENTE REVESTIDOS

Ao grupo destes poços, estão incluídos as explorações de aquíferos porosos cuja sustentação de suas paredes não apresentam estabilidades diante das solicitações de bombeamento de suas águas para a superfície.

Neste caso, deverá ser descida uma coluna mista composta de revestimentos e filtros, sendo estes posicionados frente as rochas produtoras. Cabe ainda a colocação de pré-filtros capazes de impedir o afluxo de sólidos para dentro do tubo produtor.

4. FASES

Pode-se dizer que a completação de um poço origina-se na fase de reconhecimento em superfície do aquífero a ser perfurado. A partir deste ponto segue-se as seguintes fases:

- Perfuração do poço
- Avaliação das zonas de interesse
- Descida da coluna de revestimentos e filtros
- Descida do pré-filtro
- Cimentações
- Desenvolvimento do poço
- Instalação do equipamento de bombeamento

4.1 PERFURAÇÃO DO POÇO

A perfuração de um poço produtor, é iniciada quando já se conhece as características do aquífero, ou seja, poços pioneiros são reconhecidos na região.

4.1.1 AQUÍFERO FISSURAL

Normalmente perfurados com equipamento rotopneumático ou sondas percursoras e aqui no Nordeste raramente alcançam profundidades superiores a 60 metros. Não são necessários maiores cuidados com a perfuração, apenas são isolados com revestimentos as seções mais superiores compostas por rochas intemperizadas ou solo. Quando esta camada é espessa e apresenta um reservatório d'água em contato com a rocha sã, recomenda-se a descida de uma seção filtrante na base desta coluna de revestimentos para o aproveitamento deste material. Ressalvas são levantadas quanto ao isolamento sanitário do poço (normas técnicas ABNT), onde a porção mais superior deve ser isolada mecanicamente por tubos de revestimentos e cimentado seu espaço anelar, no intuito de evitar contaminações com material de natureza patogênica. A seção perfurada de rocha sã contendo as fraturas portadoras de água, são deixadas em parede aberta para produção.

4.1.2 AQUÍFERO CÁRSTICO

A perfuração deste sistema aquífero se comporta de modo análogo ao de rochas cristalinas, haja vista, a produção de água ser através de fendas e cavernas dos calcários. Estes por apresentarem maiores dimensões quando perfurados, apresentam perdas de circulação do fluido

de perfuração ou de ar em processos rotopneumático dificultando a retirada dos resíduos cortados do poço. Por isto, normalmente, são perfurados com o auxílio de sondas percursoras que não precisam deste artifício na perfuração.

4.1.3 AQUÍFEROS POROSOS

A perfuração deste tipo de aquífero, requer sem duvida nenhuma, maiores cuidados para obtenção dos melhores resultados na sua exploração.

A otimização dos parâmetros mecânicos e hidráulicos durante a perfuração são fundamentais ao seu sucesso, pois toda formação a ser perfurada tem uma pressão de poros definida, a qual fará a água da formação fluir para o poço. O peso da coluna hidrostática do fluido de perfuração não deve ultrapassar em muito esta pressão, pois dificultará o avanço da broca, e provocará uma forte invasão do fluido de perfuração ao aquífero podendo provocar danos a esta. E também não deverá ser inferior, pois o aquífero poderá produzir e provocar problemas de desmoronamentos, devido ao afinamento do fluido, gerando quebra nas viscosidades e limites de escoamentos projetados.

As velocidades de injeção devem ser suficientes para prover a limpeza dos cascalhos cortados, não ultrapassando os limites do avanço da broca, evitando assim erosões nas paredes do poço.

A coluna de perfuração deve esta bem estabilizada para atender ao peso sobre broca utilizada, não permitindo quebra da verticalidade do poço ou a formação de pequenos "dog legs" que comprometam a sua completação.

Estes parâmetros mecânicos e hidráulicos geram:

"Peso sobre broca x rotação, permite vida longa a broca, melhora o corte dos sedimentos e evita a formação de fraturas secundárias nas paredes do poço.

"Hidráulica: a circulação dos fluidos de perfuração efetuados por equipamento de injeção, deverão estar em sintonia com o avanço provocado pela broca o qual acarretará:

Amostragem em superfície mais rápidas diminuindo o tempo de retorno;

Esta velocidade impedirá o retrabalhamento dos cascalhos cortados, mascarando as amostras de calha;

Não incrustará sólidos ao reboco do poço, o que dificultaria o seu desenvolvimento.

E, finalmente ter-se os cuidados especiais quanto ao quimismo do fluido de perfuração utilizados, os quais, são responsáveis direto pela otimização do poço pois, como já é sabido por todos, o fluido de perfuração tem a finalidade de:

"Esfriar o equipamento de corte;

"Trazer a superfície os cascalhos cortados e;

"Principalmente, prover as paredes do poço de um selo (reboco), capaz de sustentar suas paredes e não permitir a produção do aquífero durante a perfuração.

Esta interação na qualidade do fluido de perfuração pelo quimismo (produtos utilizados) associados as suas propriedades reológicas (peso, viscosidade e limite de escoamento), são os responsáveis pela boa formação do reboco, não permitindo deste modo, a provocação de danos à formação pela invasão de fluidos durante a perfuração. A não concordância e má utilização destes parâmetros são os principais responsáveis pela baixa produtividade dos poços. Portanto, recomenda-se o uso de fluidos de baixo filtrado e baixo conteúdo de sólidos inertes.

4.2 AVALIAÇÃO DAS ZONAS DE INTERESSE

Após a conclusão da perfuração do poço um estudo detalhado deverá ser executado, para que seja providenciada a descida da coluna de completação.

Este estudo abrange:

- descrição das amostras de calha, retiradas a cada dois metros de avanço da perfuração na zona de interesse. Isto visa caracterizar litologicamente o aquífero confrontado com os estudos de superfície;

- análise dos tempos de penetração obtidos, em conformidade com tempos de utilização das brocas. Isto possibilitará uma indicação dos estratos mais porosos;

- perfilagem em parede aberta.

A utilização desta tecnologia, que em nossa opinião deveria ser obrigatória em poços perfurados principalmente por órgãos governamentais, permite uma maior interação de resultados quando confrontados aos dois itens citados anteriormente, com uma vantagem de definir corretamente, em termos de profundidade, aqueles horizontes mais promissores. São utilizados basicamente perfis de:

- Raio Gama : Permite um estudo litológico das seções, separando os arenitos dos horizontes argilosos de maiores leituras cintilométricas;

- Potencial Espontâneo (SP): Distingue as linhas dos folhelhos e evidencia as anomalias positiva e negativa para o caso de horizontes portadores de água doce ou água salgada;

- Resistividade: Provendo leituras de resistividade elétrica dos estratos desenha a salinidade das rochas;

- Normal curta (16" e 64"): Este também é um perfil elétrico de resistividade e dado a sua pequena área de investigação, acompanha o desenvolvimento do reboco no poço o que evidencia a presença de zonas porosas produtoras;

- São ainda utilizados outros perfis mais sofisticados tipo sônico e de densidade, capazes de propiciar cálculos de volumes de reservas, baseados nas porosidades efetivas calculadas.

Ao final destas perfilagens, junto as descrições litológicas e o acompanhamento dos tempos de penetração, pode-se então definir de forma mais otimizável possível o desenho da coluna de completação, constituída de tubos e filtros a ser descida no poço.

4.3 DESCIDA DA COLUNA DE COMPLETAÇÃO

Todos os resultados obtidos nos itens anteriores permite ao perfurador definir que tipo de coluna de completação deva ser descida no poço. E sua seção filtrante utilizada deverá ser função de:

- Necessidade de vazões requeridas

- Espessura de aquífero (níveis produtores)

- Granulometria dos estratos (abertura dos filtros)

- Abrasividade das águas.

O custo final deste coluna mista é de grande importância no conjunto final do poço. Por isso, foi solicitada as avaliações das zonas de interesse no intuito de se prevenir de:

- Coluna longa de seção filtrante posicionada em zonas de menor interesse;

- Seções pequenas em região muito porosa capazes de forçar o filtro a:

Velocidade de entrada d'água superior a 3 cm/s;

Possibilidades de maior concentração de incrustações nas ranhuras dos filtros;

Os revestimentos mais utilizados são os de aço e os de PVC, cada um com características próprias, para atender as necessidades da coluna quanto corrosão e ataques de agentes químicos e biológicos, como também aos esforços de tração, compressão e resistência ao colapso.

Os filtros hoje normalmente ranhurados (no caso do PVC) e espiralados para os de aço, devem igualmente atender aos esforços mecânicos utilizados e comprometidos pelas aberturas de entrada de água. O uso de filtros Super Weld em aço são recomendados para poços muito profundos.

Esta seção de completação deverá utilizar-se de centralizadores, previamente posicionada, normalmente a cada 20 m na base da seção. Isto deverá minimizar a não verticalidade do poço e atenuar os possíveis desvios pontuais, centralizando a coluna e propiciando assim, uma boa descida dos pré-filtros e auxiliando as cimentações. As possíveis produções de areia quando os revestimentos tocam as paredes do poço são assim diminuídas.

4.4 DESCIDA DO PRÉ-FILTRO

A descida do pré-filtro (cascalho) é exatamente para preencher o espaço anelar existente entre as paredes do aquífero e o filtro, cuja finalidade principal é a formação de uma película aquífera entre a formação e a coluna de produção, visando atenuar a produção de areia e facilitar a passagem de água para os filtros com velocidades compatíveis, diminuindo assim as perdas de carga. A espessura deste espaço anelar não deve ser tão grande que dificulte a limpeza do poço, nem tão pequena que não seja capaz de reter os sólidos da formação. Normalmente existe uma proporcionalidade na espessura desta seção, sendo o diâmetro do poço o dobro do revestimento utilizado. A escolha deste cascalho deve atender aos seguintes pré-requisitos:

“Os grãos dos cascalhos deverão ter o mais alto grau de esfericidade possível;

“As ranhuras dos filtros devem reter os cascalhos e devem ter aberturas bastante próximas a eles, para permitir uma melhor limpeza dos sólidos contidos no fluido de perfuração;

“As espessuras deste pré-filtro não devem ser muito grandes para não dificultar o desenvolvimento do poço.

Quanto a sua descida, existem vários métodos, sempre implicando em uma diminuição da viscosidade do fluido de perfuração para se evitar a existência de “pontes”. Recomenda-se a injeção por processo de circulação reversa, quando possível, ou através de dutos até a zona de interesse. A velocidade de descida deve ser controlada para se evitar possíveis danos, tanto para o poço como para a coluna.

4.5 CIMENTAÇÕES

As cimentações nos espaços anelares dos poços tem por objetivos principais:

“Sustentar a coluna de completação, prevenindo possíveis riscos de queda;

“Isolar aquíferos indesejáveis (salgados), evitando-se assim contaminação de outros aquíferos.

“Defender os tubos de revestimentos nos horizontes portadores de agentes corrosivos.

A constituição destas pastas, normalmente composta de água e cimento, obedecem características peculiares a cada formação, não devendo exceder a pesos específicos muito supe-

riores às pressões de poros, para se evitar riscos de fraturamentos que seriam danosos a sua completação. O uso de aditivos nestas pastas são muitas vezes necessárias, podendo acelerar ou retardar as pegadas do cimento ou diminuir seus pesos específicos com o uso de argilas especiais. Cuidados maiores são verificados quando da utilização de tubos PVC que não suportam grandes cimentações contínuas, devido as reações caloríficas e a depender do fabricante, o uso de cimentações inferiores a 30 m por estágio é recomendada.

A execução desta tarefa é realizada com auxílio de bombas injetoras obedecendo aos padrões técnicos de água a frente e água atrás, para se evitar contaminações com o fluido de perfuração, o que ocasiona má aderência do cimento com o tubo e com as paredes do poço.

4.6 DESENVOLVIMENTO DO POÇO

Esta fase consiste primordialmente na retirada total do fluido de perfuração do poço e colocar o aquífero em produção.

Os processos utilizados apresentam uma certa dificuldade, haja vista, que a retirada do fluido de perfuração do espaço anelar e a destruição do reboco das paredes do poço, sofrem influência da espessura do pré-filtro e a consistência do reboco.

São comumente utilizados afinantes orgânicos para destruição dos rebocos (que devem ser os mais finos possíveis) e são injetados sob pressão, auxiliando deste modo a retirada do fluido de perfuração, tornando o poço apto para produção.

O desenvolvimento com o uso de compressores são bastante utilizados no regime de fluxo e refluxo, que consiste no processo de injeção de ar com paralisações a intervalos iguais ao injetado, forçando assim a produção do aquífero.

Pistoneios e plungeamentos muitas vezes são necessários para quebrar o reboco e o gel do fluido de perfuração contido no poço, facilitando assim o seu desenvolvimento.

4.7 INSTALAÇÃO DO EQUIPAMENTO DE BOMBEAMENTO

Com o poço completado desenvolvido e testado, obtêm-se as características hidráulicas do aquífero, podendo assim ser dimensionado o equipamento à instalar.

Este equipamento será o mais econômico possível e sua potência instalada não deverá ultrapassar as capacidades de produção do aquífero para não proporcionar:

- Altos rebaixamentos;
- Incrustações precoces nos filtros;
- Possíveis contaminações de aquíferos superiores portadores de águas de má qualidade, pela evolução do cone de rebaixamento.

5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Diante do exposto, pode-se concluir que a completação do poço é de suma importância para o seu sucesso e a tomada de cuidados especiais correspondem a:

- Boa localização do poço;
- Fiel observância da tecnologia de perfuração, principalmente na zona produtora, evitando má performance nos parâmetros mecânicos e hidráulicos e ainda evitar o uso de fluidos filtrados com formação excessiva de reboco e de alto filtrado;

- “Estudo das zonas de interesse com execução de perfilagens elétricas;
- “Elaboração da coluna de completação, objetiva obter as vazões solicitadas para que se evite danos ao aquífero ou a própria coluna;
- “A descida e acomodação dos pré-filtros e das cimentações terão seu papel fundamental;
- “Otimizar o equipamento de bombeamento de acordo com as possibilidades de produção do aquífero e as necessidades de exploração.

Recomenda-se portanto que ao se idealizar a perfuração de poços faça-se um estudo acurado das suas possibilidades de produção e proporcione ao meio aquífero as melhores condições de serem explorados.

Estas condições são:

- “Evitar pesos excessivos durante a perfuração para não alterar a verticalidade do poço e não provocar fraturas em suas proximidades;
- “Evitar o uso de bombas injetoras não condizentes com o avanço da broca, (casalhos retrabalhados e adicionados ao reboco);
- “Evitar o uso de fluidos de perfuração floculados frente as zonas produtoras, diminuindo assim a espessura e consistência dos rebocos. É recomendável o uso de fluidos inibidos de baixo teor de sólidos e baixo filtrado;
- “Sempre que possível (talvez sempre), seja efetuado perfilagens elétricas no poço;
- “A escolha dos filtros e pré filtros devem atender as litologias às quais serão alvo de exploração.

E finalmente fiel atenção a instalação do equipamento de bombeamento, para que não haja alteração das características produtivas do aquífero, causando danos tipo rebaixamentos excessivos com contaminações por migração de fluidos ascendentes ou descendentes de outros mananciais por variação do cone de rebaixamento.