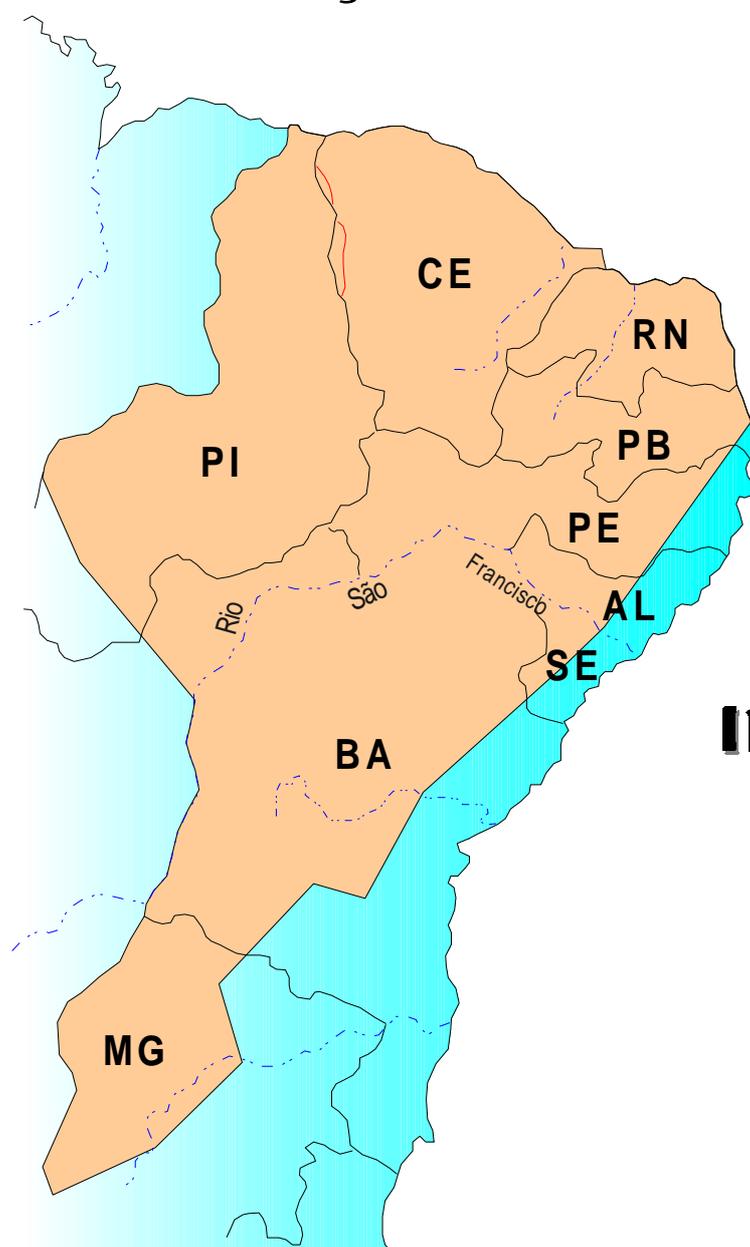


AÇÕES EMERGENCIAIS DE COMBATE AOS EFEITOS DAS SECAS

NOÇÕES BÁSICAS SOBRE POÇOS TUBULARES



**CARTILHA
INFORMATIVA**

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA

Raimundo Mendes de Brito
Ministro de Estado

SECRETARIA DE MINAS E METALURGIA

Otto Bittencourt Netto
Secretário

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS

Carlos Oití Berbert
Diretor-Presidente

Antonio Juarez Milmann Martins
Diretor de Geologia e Recursos Minerais

Augusto Wagner Padilha Martins
Diretor de Relações Institucionais e Desenvolvimento

Gil Pereira de Souza Azevedo
Diretor de Hidrologia e Gestão Territorial

José de Sampaio Portela Nunes
Diretor de Administração e Finanças

Frederico Cláudio Peixinho
Chefe do Departamento de Hidrologia

Humberto José T. R. de Albuquerque
Chefe Divisão de Hidrogeologia e Exploração

Marcelo Soares Bezerra
Superintendente Regional do Recife

Enjolas de Albuquerque Pereira Lima
Gerente de Hidrologia e Gestão Territorial

José Carlos da Silva
Supervisor de Hidrogeologia e Exploração

AÇÕES EMERGENCIAIS DE COMBATE AOS EFEITOS DAS SECAS

PROGRAMA DE PERFURAÇÃO, INSTALAÇÃO, RECUPERAÇÃO DE POÇOS E
APLICAÇÃO DE TÉCNICAS DE DESSALINIZAÇÃO DE ÁGUA SUBTERRÂNEA

NOÇÕES BÁSICAS SOBRE POÇOS TUBULARES

CARTILHA INFORMATIVA

EQUIPE TÉCNICA

ELABORAÇÃO

Waldir Duarte Costa Filho
Manoel Júlio da Trindade Gomes Galvão
Josias Barbosa de Lima
Onofre Leal

REVISÃO TÉCNICA

Membros da GEHTE – Gerência de
Hidrologia e Gestão Territorial, Supervisão
de Hidrogeologia e Exploração

COORDENAÇÃO TÉCNICA

Jairo Fonseca Leite

SUPERVISÃO TÉCNICA

José Carlos da Silva



*EM CONVÊNIO COM A
SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS DO
MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, RECURSOS HÍDRICOS
E DA AMAZÔNIA LEGAL*

AGOSTO / 1998

INTRODUÇÃO

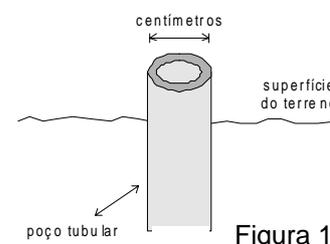
Na região Nordeste do Brasil, desde o início do século, a perfuração de poços tubulares vêm sendo utilizada como uma alternativa para suprir o abastecimento de água de pequenas comunidades e dos rebanhos. Entretanto, apenas a partir do início da década de 60, com a criação da SUDENE e, conseqüentemente, com o surgimento da Hidrogeologia no Brasil, os poços perfurados nessa região passaram a ter um acompanhamento técnico na locação e perfuração. Porém, pelo fato destas ações serem tomadas de forma emergenciais, muitos destes poços não eram instalados e, até mesmo, eram abandonados quando passava o período de estiagem.

Preocupada com esta realidade, a Secretaria de Recursos Hídricos do M.M.A. instituiu o Programa de Ações Emergenciais de Combate aos Efeitos das Secas. Imbuída no propósito de assessorar a Secretaria, a CPRM Serviço Geológico do Brasil promoveu a confecção desta cartilha, com o objetivo de tentar melhorar o nível de informação técnica dos profissionais envolvidos diretamente neste programa emergencial, a partir do conhecimento generalizado, de forma clara, dos conceitos básicos sobre poços tubulares.

Ressaltamos que as noções básicas aqui apresentadas, embora com uma razoável gama de informações técnicas, constitui um texto sumarizado visando atender a emergência requerida pelo programa, devendo o interessado pelo tema, que desejem um conhecimento mais aprofundado recorrer à bibliografia especializada citada no final deste texto.

CONCEITOS BÁSICOS

- ✓ **Poço Tubular:** Também conhecido como poço artesiano, é aquele onde a perfuração é feita por meio máquinas perfuratrizes à percussão, rotativas e rotopneumáticas. Possui alguns centímetros de abertura (no máximo 50 cm), revestido com canos de ferro ou de plástico (Figura 1).



- ✓ **Formações Aquíferas:** São as formações (Figura 2) das quais se poderá obter água e poderão ser de dois tipos gerais, rocha consolidada (Aqüífero Fissural [A] e Cárstico-Fissural [B]) e rocha sedimentar não consolidada (Aqüífero Intersticial [C] e Aluvial [D]). A diferença, na natureza desses dois tipos gerais de formações aquíferas, influi no projeto e construção dos poços que as atingem para extrair água ou que as atravessam.

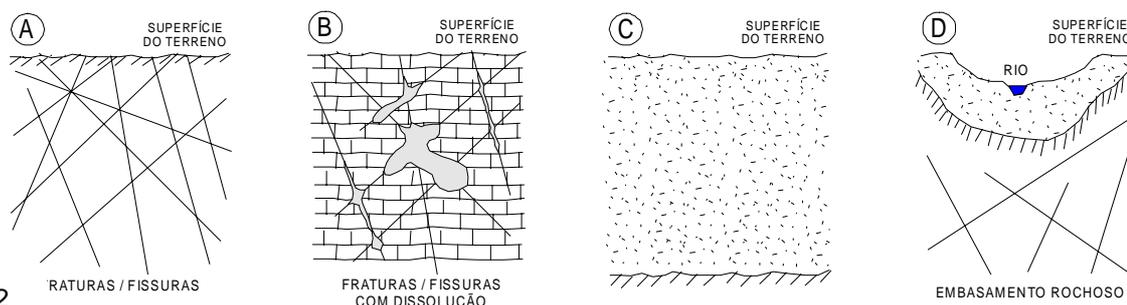


Figura 2

- ✓ **Perfuração:** É o ato de perfurar a formação aquífera através de máquinas apropriadas, por métodos específicos. A perfuração de poços tubulares é composta por várias etapas até a utilização final do poço. Envolve a perfuração propriamente dita, a completação, a limpeza e desenvolvimento, o bombeamento e a instalação do poço.
- ✓ **Completação:** Diz respeito ao ato de completar o poço, ou seja, colocar a tubulação do poço (revestimento e filtro), o cascalho (pré-filtro) e o cimento (cimentação). Esta etapa da perfuração refere-se a poços perfurados em material inconsolidado e em rochas sedimentares de porosidade intergranular, nos quais são instalados filtros (Figura 3 A). Poços perfurados em rochas cristalinas (granitos, xistos, quartzitos, etc.), com porosidade de fraturas, e calcários (porosidade de canais de dissolução), são revestidos apenas na sua parte superior, onde a rocha se encontra alterada sujeita à desmoronamentos, não se utilizando filtros portanto (Figura 3 B). Às vezes, quando a rocha cristalina se encontra intensamente fraturada, ou o calcário apresenta níveis de alteração ou de intensa dissolução, torna-se necessário revestir todo o poço.

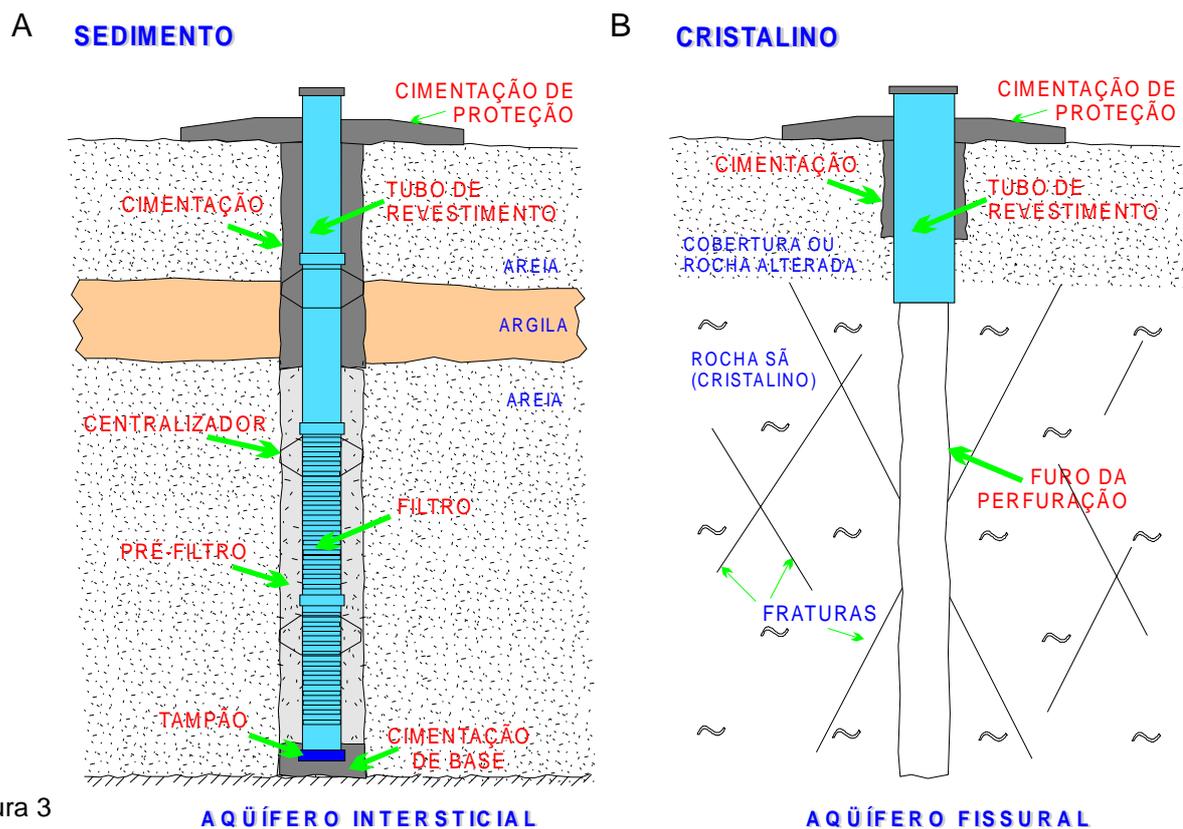


Figura 3

Apesar de se ter apresentado apenas uma coluna de revestimento no poço em sedimento (Figura 3 A), pode-se ter poços concluídos com uma configuração similar a um telescópio, muito embora os revestimentos externos são utilizados apenas para segurança em formações menos consolidadas ou para isolar águas contaminadas superiores. O revestimento mais interno diz-se de produção. Quando houver necessidade de filtros, os mesmos são descidos em conjunto com os tubos de revestimento.

- ✓ **Cimentação:** Consiste no enchimento do espaço anelar existente entre os tubos e a parede da formação e tem a principal finalidade da união da tubulação de revestimento com a parede do poço e evitar que as águas imprestáveis contaminem o aquífero, além do objetivo de formar um tampão de selo no fundo do poço ou para corrigir desvios do furo durante a perfuração.
- ✓ **Desenvolvimento:** Os trabalhos de desenvolvimento em um poço para água, objetivam a remoção do material mais fino da formação aquífera nas proximidades do poço, aumentando, assim, sua porosidade e permeabilidade ao redor do poço. Além disso, estabiliza a formação arenosa em torno de um poço dotado de filtros, permitindo fornecer água isenta de areia. Nas rochas consolidadas, o desenvolvimento atua limpando e desobstruindo as fendas e fraturas por onde circula a água. Isso tudo permite que a água possa entrar mais livremente no poço, assegurando assim, quando bem feito, o máximo de capacidade e diminuindo as perdas de cargas do aquífero para o poço. Os trabalhos de desenvolvimento, portanto, são fundamentais para o perfeito acabamento do poço.
- ✓ **Bombeamento:** É a ação da retirada da água de um poço por intermédio de uma bomba. O ensaio de bombeamento destina-se a determinar a vazão de exploração do poço, utilizando-se o equipamento de bombeamento adequado para sua exploração, permitindo ainda a determinação dos parâmetros hidro-dinâmicos do aquífero e das perdas de carga no poço e no aquífero. Para tanto, são feitos os registros e controle da vazão (Q), nível estático (NE) e nível dinâmico (ND), durante um teste de produção ou de aquífero (Figura 4).

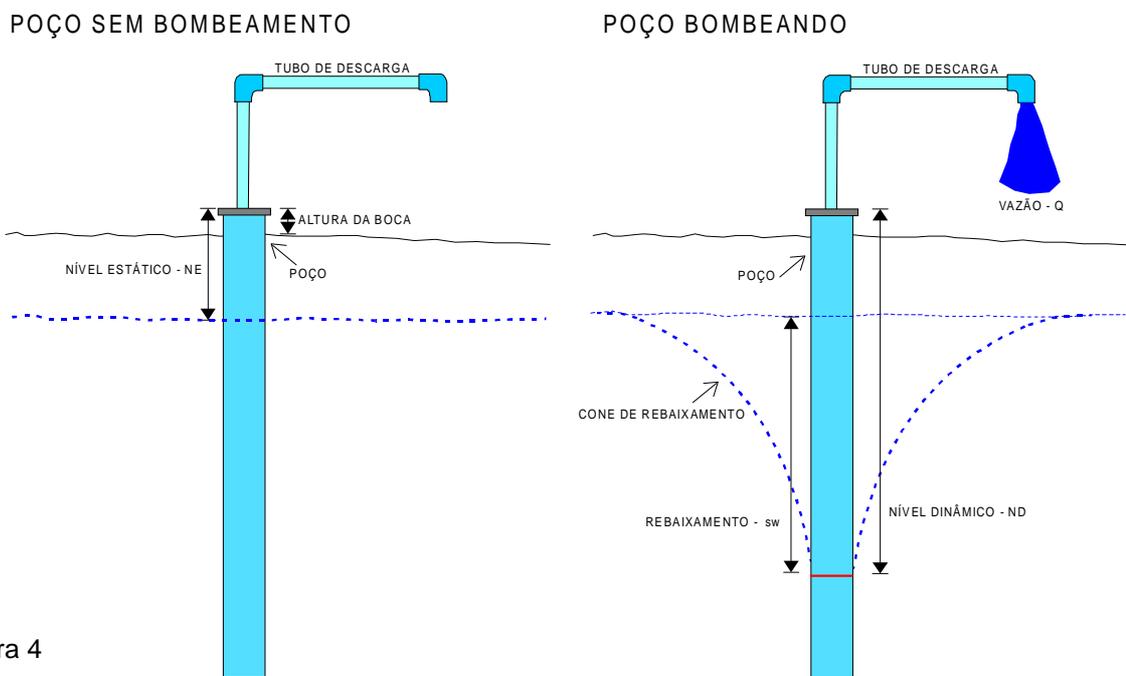
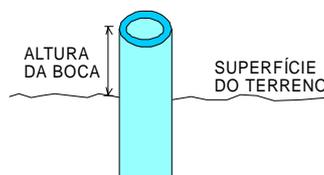


Figura 4

- ✓ **Vazão (Q):** É a medida do volume de água que sai do poço por determinado período de tempo. Medida geralmente em metros cúbicos por hora (m^3/h).

- ✓ **Nível Estático (NE):** É a profundidade do nível da água dentro do poço, quando não está em bombeamento por um bom período de tempo. Medido geralmente em metros (m) em relação à boca do poço.
- ✓ **Nível Dinâmico (ND):** É a profundidade do nível da água dentro do poço, quando está em bombeamento. Medido geralmente em metros (m) em relação à boca do poço.
- ✓ **Rebaixamento (s_w):** É a diferença entre o nível estático e o dinâmico, ou seja, o quanto o nível da água rebaixou dentro do poço, durante o bombeamento. Medido geralmente em metros (m).
- ✓ **Altura da Boca do Poço:** É o tamanho do cano exposto, ou seja, a altura da boca do poço até a superfície do terreno (Figura 5). Medido geralmente em metros (m).

Figura 5



- ✓ **Instalação:** É a etapa final na construção de um poço, deixando-o apto à funcionar normalmente. Consiste na colocação de um equipamento de bombeamento, com tubulações edutoras, um sistema de acumulação (caixa d'água) e um sistema de distribuição da água (chafarizes, encanação, etc...) – Figura 6.

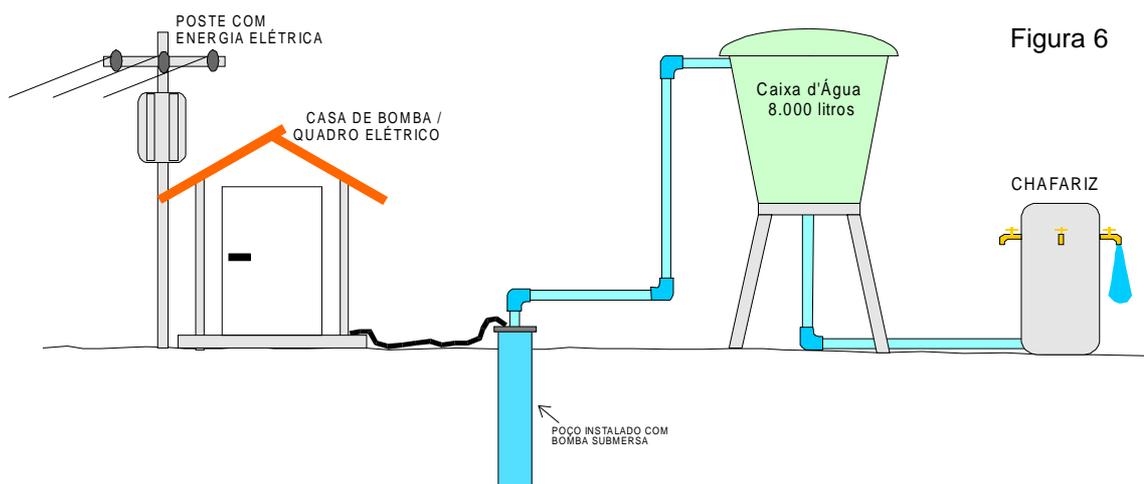


Figura 6

CARACTERÍSTICAS GERAIS DOS POÇOS TUBULARES

Quando um poço é perfurado numa formação de rocha consolidada, o orifício geralmente é mantido em equilíbrio, sem necessidade de revestimento, enquanto que, numa formação de areia, argilas expansivas, pedregulho e outras formações não

consolidadas, deverá ser sustentado por um revestimento ou filtro para poço, a fim de evitar seu desmoronamento ou fechamento do poço. A água, nas formações consolidadas ocorre nas fraturas, fendas ou cavernas existentes nas rochas ou nos poros do arenito, enquanto nas areias e pedregulhos, está presente nos vazios formados entre partículas adjacentes.

✓ **Em Rochas Cristalinas**

- Poços com profundidades máximas em torno de 80 metros; mais freqüente 60 metros
- Diâmetro mais frequente de 4" a 6" (4 a 6 polegadas)
- Perfurados com máquinas apropriadas (percussão e ar comprimido)
- Dispensam revestimentos, filtros e pré-filtros
- Captam aquíferos fissurais
- Geralmente tem baixas vazões (média 2 a 5 m³/h), servindo para abastecimento de casas, vilas e pequenas comunidades.

✓ **Em Rochas Sedimentares**

- Poços com profundidades as mais variadas, podendo atingir mais de 1.000m.
- Diâmetro variável desde 4" a 22" (mais utilizado de 4" a 8" para revestimento de produção)
- Perfurados com máquinas apropriadas (percussão e rotação mais utilizadas)
- Exigem revestimentos, filtros e pré-filtros
- Custos elevados de material de completação
- Pequenas a grandes vazões (até 1.000 m³/h)
- Servindo para abastecimento de casas, vilas, pequenas e grandes comunidades e até cidades populosas.

MÉTODOS DE PERFURAÇÃO

✓ **PERFURAÇÃO ROTATIVA**

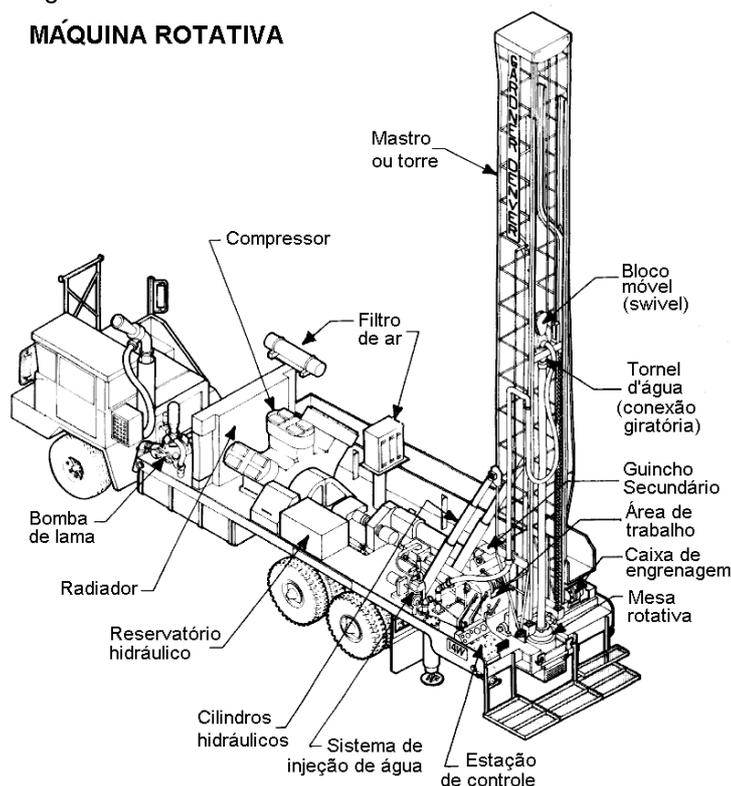
Perfuração rotativa é o método de fazer um furo em formações sedimentares (principalmente) por meio de uma composição de perfuração rotativa que incorpora mecanismos de alimentação de fluido, controles de peso sobre broca, dentre outros, cortando, triturando e desgastando as rochas. O fluido de perfuração é injetado por dentro da haste e coluna de perfuração saindo pelos orifícios da broca e retornando à superfície conduzindo os fragmentos da rocha triturada, através do espaço entre a coluna e a parede do poço.

Uma máquina perfuratriz rotativa (Figura 7) normalmente é equipada com todos ou com uma combinação dos seguintes componentes: motorização (um motor a explosão ou um motor elétrico); sistema de transmissão de potência (sistemas mecânicos, hidráulicos, pneumáticos ou elétricos); mecanismo rotativo (mesa rotativa ou fixa, cabeçote fixo ou móvel mecânico, ou motores de acionamento hidráulico ou pneumático ou elétrico); mastro ou torre; hastes (de perfuração e de acionamento ou

Kelly); sistema de circulação de fluido (linhas de transmissão com um compressor de ar ou uma bomba de lama, ou ambos); chassi; equipamento de pull-down (sistemas de cilindros hidráulicos e prendedores, correntes acionadas hidráulica, pneumática ou eletricamente, cabo ou pinhão e cremalheira); equipamento de levantamento (guincho + cabo, ou o equipamento de pull-down usado em reverso); equipamento de manuseio da haste de perfuração; e dispositivos de nivelamento acionados hidráulicamente.

Figura 7

MÁQUINA ROTATIVA



✓ **PERFURAÇÃO À PERCUSSÃO**

O princípio do método consiste em se erguer e deixar cair em queda livre alternadamente, um pesado conjunto de ferramentas (porta-cabo, percussores, haste e trépano), que está suspenso por um cabo montado num tambor (Figura 8). O cabo é acionado por meio de um balancim de curso regulável. Ao cair em queda livre, o trépano rompe o material rochoso, triturando-o, ao mesmo tempo em que gira sobre o seu próprio eixo, proporcionando um furo circular. O material solto, conhecido como fragmentos da perfuração é retirado do furo por meio de uma caçamba, necessitando para isto colocar água no furo enquanto o poço não estiver produzindo.

Uma máquina perfuratriz percussora (Figura 8), consiste essencialmente de um guincho de 3 tambores, com carretel principal, carretel do revestimento, carretel da caçamba; balancim para o cabo; eixo principal; torre telescópica e unidade motriz. Todo esse equipamento é montado sobre um chassi feito de aço e soldado eletricamente. Os acessórios (Figura 9), consistem de porta-cabo, percussores, hastes, trépano e cabos, além de ferramentas utilitárias diversas.

Figura 8 MÁQUINA PERCUSSORA

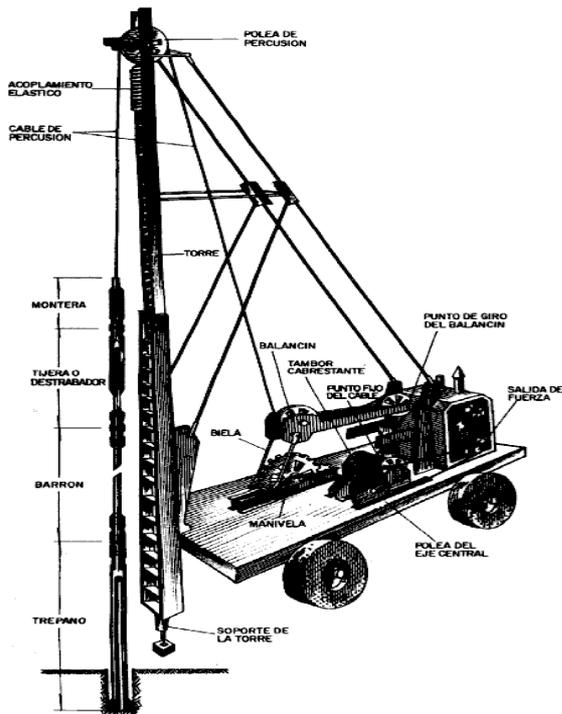
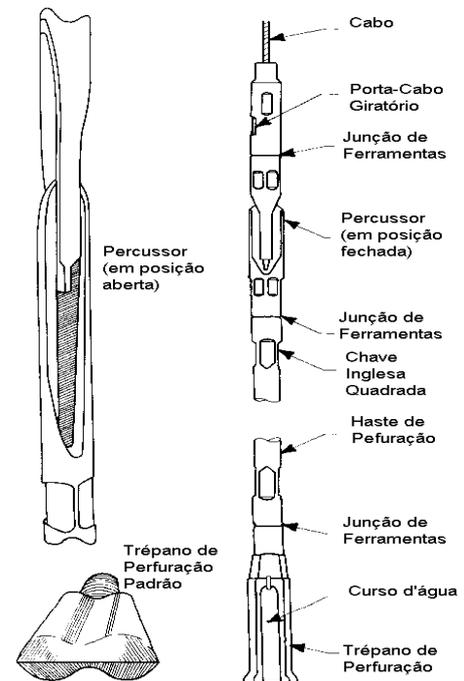


Figura 9 FERRAMENTAS DE UMA PERCUSSORA



✓ **PERFURAÇÃO À AR COMPRIMIDO (ROTO-PNEUMÁTICA)**

O princípio do método roto-pneumático é baseado numa percussão em alta frequência e de pequeno curso dado por um martelo (megadrill) em uma broca (bit) que, concomitantemente, é rotacionado triturando e desgastando a rocha. O fluido é o próprio ar comprimido transmitido pelo compressor por dentro da coluna de perfuração, passando por dentro do martelo e da broca.

A perfuratriz é composta basicamente de: um compressor (unidade geradora do sistema pneumática); um martelo de impacto (megadrill - Figura 10); e brocas (bits de botões e/ou pastilhas feitas de carbureto de tungstênio).

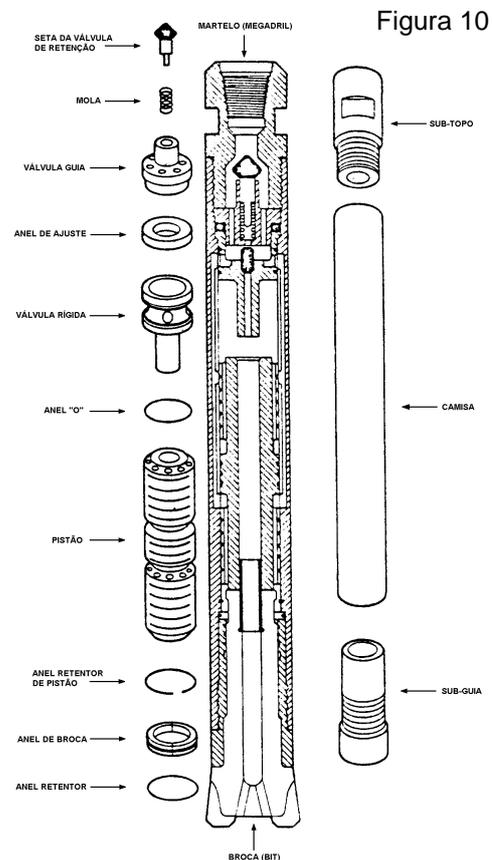


Figura 10

COMPLETAÇÃO DE POÇOS

✓ REVESTIMENTO

A tubulação definitiva, que vai constituir as paredes do poço propriamente dito, chama-se revestimento do poço. É a que se coloca para revestir definitivamente o poço e desempenha duas funções principais: sustentar as paredes da perfuração e constituir a condução hidráulica que ponha os aquíferos em comunicação com a superfície. Como já foi dito, em rochas cristalinas, onde a água é extraída a partir de fraturas na rocha, essa tubulação de revestimento pode ser dispensada, usando-se apenas o revestimento de proteção superficial. O revestimento também é empregado para impedir a drenagem para o interior do poço de água superficial ou de água poluída de aquíferos impróprios, que iriam contaminar o poço.

Os tipos mais utilizados são os metálicos e os de PVC aditivado (geomecânico). Os tubos metálicos mais utilizados são feitos em aço estirado, sem solda ou soldados segundo uma geratriz ou helicoidalmente, unidos através de luvas de roscas ou soldados em suas extremidades; enquanto que a linha geomecânica é produzida com pontas e bolsas roscáveis (rosca trapezoidal) que, além de dispensarem o uso de solda, cola, luva ou trava, possibilitam uma instalação rápida e segura, porém a sua utilização fica restrita a pequenas profundidades (menores pressões hidráulicas).

Para que a coluna de revestimento mantenha-se equidistante da parede do poço, facilitando a descida do pré-filtro, é fundamental o uso de centralizadores para os quais o espaçamento ideal é de 20 metros entre si.

Os centralizadores, Figura 11 ao lado, não necessitam ser robustos, devendo, preferencialmente, ser executados em ferro de perfil redondo, com 03 (três) haletas. Devem ser instalados sempre nos revestimentos de forma solta, com movimentação livre entre duas bolsas consecutivas ou de forma presa se os tubos forem soldados sem ressalto expressivos.

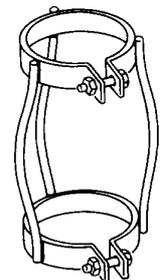


Figura 11

✓ FILTRO

Ao término da perfuração de um poço, em formações aquíferas inconsolidadas ou pouco consolidadas, torna-se necessário instalar um dispositivo de admissão para a água, denominado filtro do poço (Figura 12). O filtro tem a função de permitir que a água entre no poço sem a perda excessiva de carga, impedir a passagem de material fino durante o bombeamento, e servir como suporte estrutural, sustentando a perfuração no referido material.

O dimensionamento correto de um filtro é muito importante, consistindo em se determinar o tamanho das aberturas, diâmetro, comprimento e resistência mecânica ideais. Consiste, ainda, na escolha do tipo de material a ser utilizado na sua construção.

O comprimento e o diâmetro do filtro afetam a vazão específica do poço. A facilidade com que permite a passagem da água para o interior do poço vem determinada pelo número e tamanho das aberturas (ranhuras). A vida útil do filtro depende do tipo de material utilizado na sua construção, pois sua duração e funcionamento são afetados pelas características físico-químicas da água do aquífero.

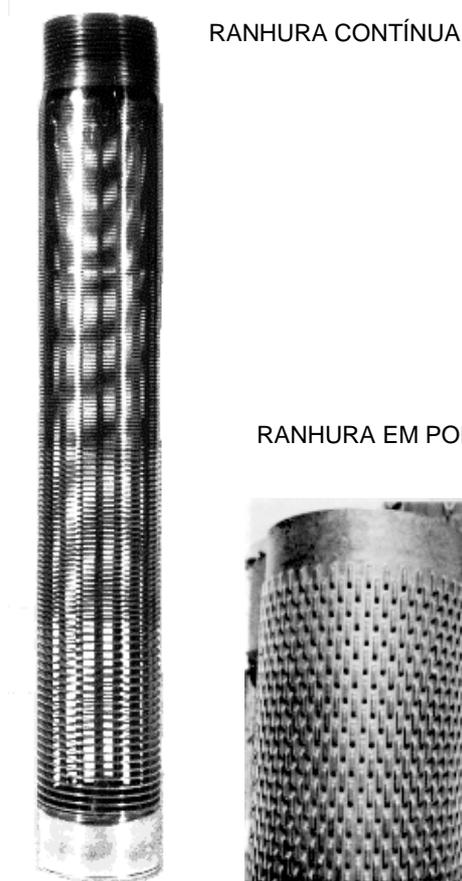
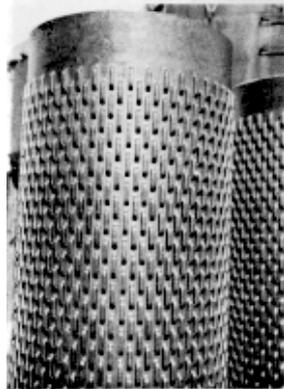
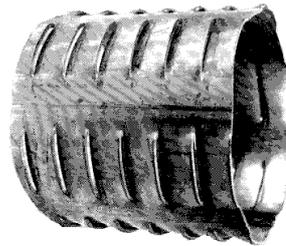


Figura 12

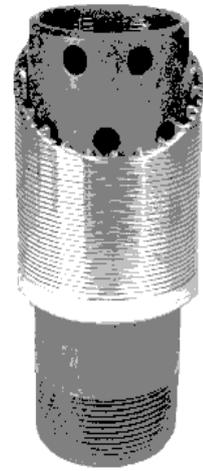
RANHURA EM PONTE



RANHURA EM VENEZIANA



RANHURA CONTÍNUA
COM TUBO DE BASE



TUBO DE METAL
RANHURADO



TUBO DE PLÁSTICO
RANHURADO



TUBO GEOMECÂNICO
(PVC ADITIVADO)



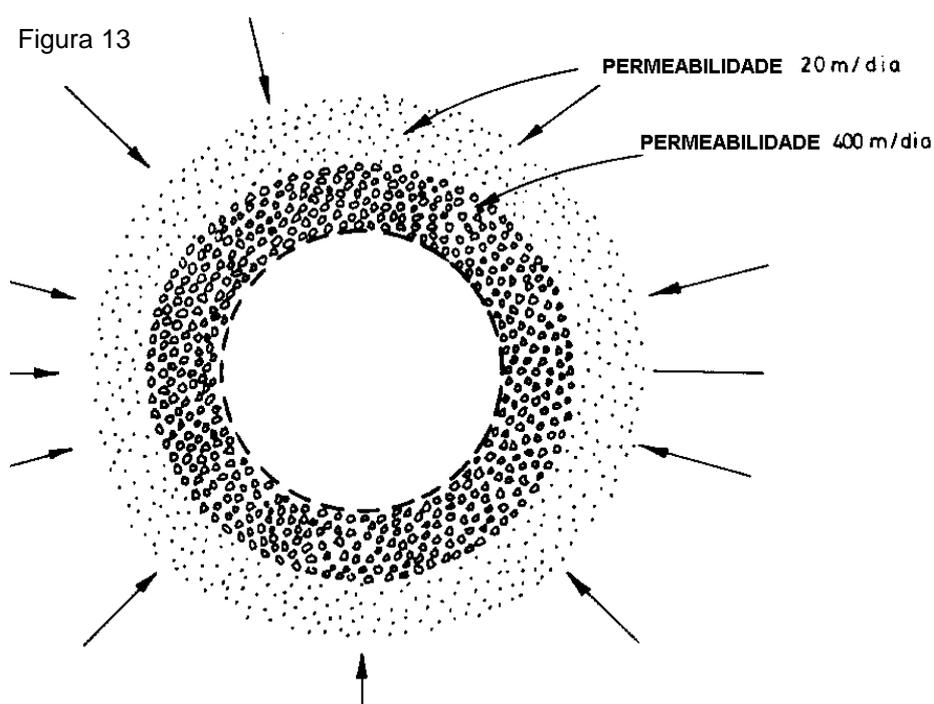
✓ PRÉ-FILTRO

O encascalhamento de um poço oferece diversas vantagens:

- aumenta o diâmetro efetivo do poço, aumentando a área de captação;
- aumentando-se o diâmetro, diminui-se a velocidade de entrada da água;

- reduz as perdas por fricção, diminuindo, conseqüentemente, o rebaixamento e aumentando a capacidade específica (Q/s);
- diminuindo o rebaixamento, diminui também o total de tubulação a ser colocada dentro do poço e a potência da bomba para recalcar a água;
- evita colapsos sobre o filtro, dando em geral, uma maior vida útil ao poço.

O pré-filtro deve apresentar uma permeabilidade muito maior que a da formação natural que se quer controlar. Estudos teóricos demonstram que o cascalho de pré-filtro é, pelo menos, 20 (vinte) vezes mais permeável que a formação natural (Figura 13) e que a água circula através dele quase sem perda de carga adicional.



A permeabilidade do cascalho, é tanto maior quanto mais homogêneo for o tamanho do grão. Sobre este aspecto, pode ser melhor utilizado, um cascalho fino homogêneo do que um cascalho grosso heterogêneo (heterométrico). Um material adequado para constituir o pré-filtro de um poço, deve ser limpo, de grãos arredondados e relativamente uniformes, características essas que concorrem para uma maior porosidade e permeabilidade, e para uma menor separação hidráulica das partículas, quando o material está sendo colocado ou abandonado à sedimentação através de uma considerável profundidade de água. Recomenda-se para o envolvimento (pré-filtro) materiais silicosos, admitindo-se, na composição, material calcáreo até 5%. Isso é importante, porque se mais tarde for necessário recorrer a um tratamento com ácido para os filtros do poço, a maior parte da energia dissolvente seria consumida no material calcáreo do pré-filtro.

Devemos ter em mente que a espessura mínima do pré-filtro deve ser de 3" para assegurar um bom encascalhamento e, a máxima de 8" a fim de evitar mal desenvolvimento.

✓ CIMENTAÇÃO

Nas cimentações realizadas em poços, utilizam-se, quase que exclusivamente, suspensões de cimento e bentonita, ambas em água. A argila também poderá servir para vedação, desde que utilizadas em profundidade, onde não se verifique o ressecamento e contração do material, e onde o movimento da água não arraste as partículas.

As suspensões de cimento empregadas em cimentações de poços, utilizam uma relação cimento/água compreendida entre 1,8 e 2,25 em peso, que equivale a utilizar, aproximadamente, entre 27 e 22 litros de água para cada saco de 50 kg de cimento. Com quantidade maiores de água, a suspensão é muito instável, produzindo-se uma rápida sedimentação. Os ensaios de laboratório indicam que o volume exatamente necessário para hidrolisar um saco de 50 kg de cimento é de 24 litros de água.

A adição de bentonita ajuda a manter as partículas de cimento em suspensão, reduz a contração e favorece a fluidez da mistura, o que torna muito conveniente o seu emprego. Além dessas vantagens, com a adição de bentonita se consegue uma suspensão mais estável, ou seja, tem menor facilidade para se decantar do que uma suspensão de cimento somente. As quantidades de bentonita que se deve adicionar a uma suspensão de cimento são pequenas. Em geral, estão compreendidas entre 1,5 e 3 kg para cada saco de 50 kg de cimento, ou seja, entre 3 e 6% do peso deste. Quando se adiciona bentonita, é preciso ainda aumentar-se a quantidade de água, podendo-se utilizar, então, uma relação cimento/água compreendida entre 1,4 e 1,8. É melhor misturar primeiro a bentonita com a água e depois juntar o cimento. É um bom procedimento, misturar-se a bentonita com água umas 24 horas antes de seu emprego.

A água utilizada na suspensão não deve conter óleo ou outros materiais orgânicos. Os minerais dissolvidos devem ter uma concentração inferior a 2.000 ppm, sendo particularmente indesejável um elevado teor de sulfatos. Quando isso ocorre, deve-se utilizar cimentos resistentes a eles (cimento sulfatado, tipo G).

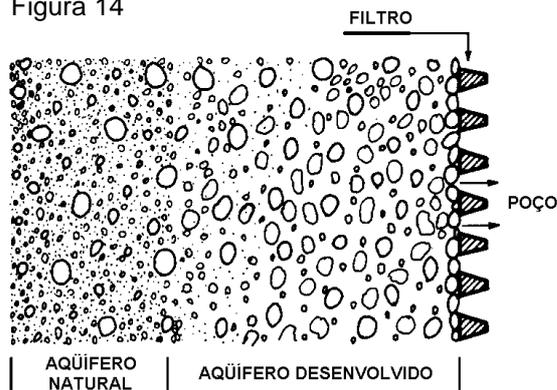
Situações particulares podem exigir a adição de areia, palha de arroz ou outro material volumoso para permitir que a pasta obstrua aberturas maiores, sem perda excessiva de fluido. Isto, entretanto, aumenta a dificuldade de colocação da pasta.

DESENVOLVIMENTO DE POÇOS

No caso de poços perfurados em rochas inconsolidadas, o desenvolvimento natural, sem encascalhamento (colocação de pré-filtro), só é possível quando o material granular do aquífero não é uniforme. A escolha exata das aberturas do filtro do poço, é fundamental para o desenvolvimento bem sucedido. O filtro pode permitir somente a entrada dos finos da formação, retendo as partículas grosseiras. Se as aberturas forem demasiadamente grandes, a formação não se estabilizará e, se forem demasiadamente pequenas, não se conseguirá efetuar um desenvolvimento adequado.

O benefício do desenvolvimento em rochas inconsolidadas é melhor entendido, observando-se o que ocorre nas zonas cilíndricas que circundam o filtro. Na primeira zona exterior, o desenvolvimento remove todas as partículas menores que as aberturas do filtro. Um pouco mais para fora, alguns grãos de tamanho médio permanecem misturados com os grossos. Além, o material vai se graduando progressivamente, até retornar à característica da formação aquífera original (Figura 14).

Figura 14



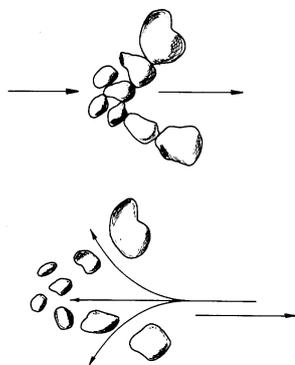
Criando essa sucessão de zonas graduadas em torno do filtro, o desenvolvimento estabiliza a formação de modo a cessar o movimento da areia. Se a formação aquífera é muito uniforme e não se presta ao desenvolvimento natural, deve-se colocar um envoltório artificial de cascalho (pré-filtro) entre o filtro e a formação aquífera.

Durante a perfuração do poço, entretanto, uma delgada camada de material relativamente impermeável, oriundo do fluido de perfuração (ou lama), é aplicado sobre as paredes do poço, ficando a camada inserta entre o pré-filtro e a formação aquífera. Esta camada é retirada em grande parte durante a colocação do pré-filtro se, para tanto, forem utilizados métodos adequados (injeção direta ou a contra-fluxo). De qualquer maneira, o principal objetivo da operação de desenvolvimento, é dissipar e remover essa camada de material intercalado, ou o que restou dela após a colocação do pré-filtro.

Os métodos de desenvolvimento mais utilizados em poços perfurados em rochas inconsolidadas, são o superbombeamento, o pistoneamento ("plunger"), o ar comprimido, jatos de água horizontais, e métodos de reversão de fluxo. De um modo geral, esses métodos tratam de conseguir uma circulação rápida da água nas imediações do poço, preferencialmente entrando e saindo do poço. Isso é essencial para se romper a armagem das partículas em "arco de ponte".

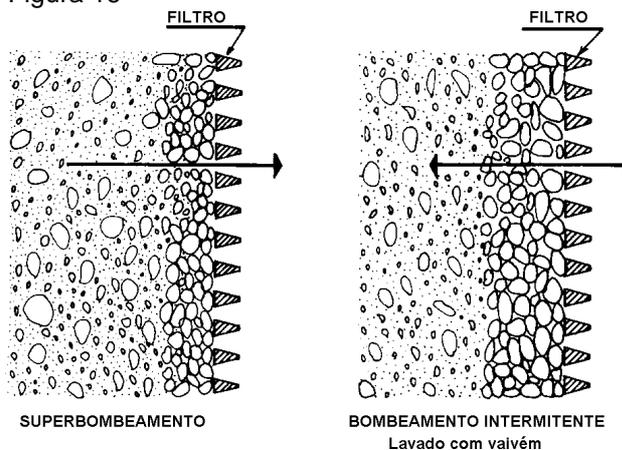
A Figura 15, mostra como pequenas partículas podem estruturar-se em arco entre outras maiores ou através das aberturas do filtro, quando o fluxo é em um único sentido. Invertendo-se o sentido da corrente por uma ação alternada de fluxo e refluxo da água no poço (Figura 16), essa tendência é superada: no refluxo, os arcos são desfeitos; no afluxo, o material fino é movimentado para o filtro e para dentro do poço.

Figura 15



Fluxo e Refluxo em "arcos de ponte"

Figura 16



Tipos de Desenvolvimento mostrando os Fluxos Produzidos

Quanto aos poços perfurados em rochas consolidadas, as operações de perfuração podem causar obstruções de fraturas e fissuras. A ação do trépano na perfuração à percussão, esmigalha e mói a rocha, misturando-a com a água e outros materiais finos, formando uma pasta lodocenta que pode ser levantada com o balde de limpeza. O golpeamento do trépano, entretanto, força um pouco dessa pasta para dentro das aberturas da rocha junto à formação, obstruindo-as. Problema semelhante ocorre nos métodos rotativos, sendo que nesse caso, existe também a lama de perfuração que podem obstruir as aberturas.

Qualquer material que obstruir as aberturas do aquífero rochoso, pode ser removido pelo trabalho de desenvolvimento. O pleno rendimento da formação só pode ser conseguido se todas as fraturas e fendas puderem abastecer o poço livremente. Os métodos de desenvolvimento para poços em rochas consolidadas, são idênticos aos empregados em rochas inconsolidadas, já mencionados anteriormente.

INSTALAÇÃO DE POÇOS

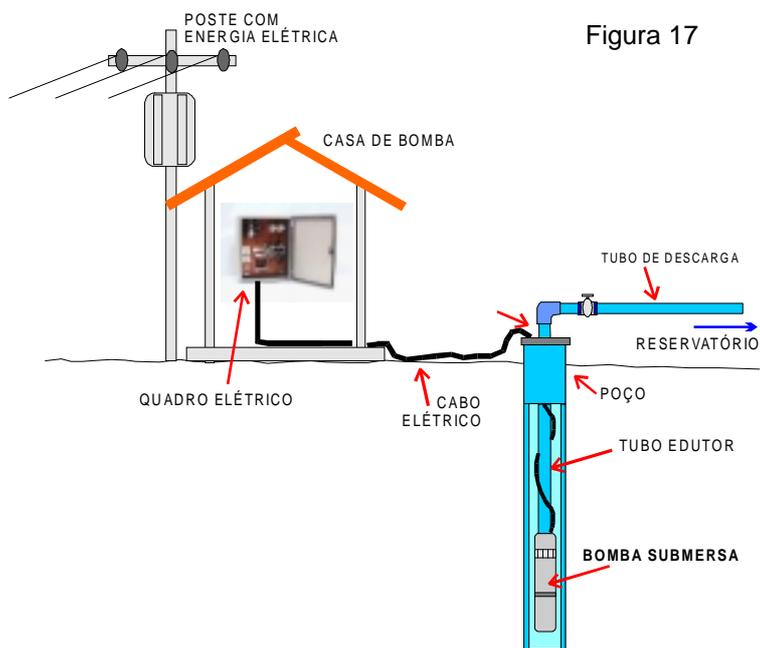
A fase de instalação de um poço, compreende a etapa de colocação da unidade de bombeamento, com respectivos tubos edutores, uma estação reservatória (acumulação) de água e um sistema de distribuição. Existe uma gama de tipos de reservatórios e, principalmente, de capacidade volumétrica. Podem ser de amianto, fibra de vidro, metálico, concreto ou de alvenaria, podendo ainda estar suspenso, no solo ou enterrado. O sistema de distribuição da água pode ser localizado nas proximidades ou não do poço, através de sistemas de abastecimentos domiciliar (água encanada) ou coletivo (chafarizes), ou de irrigação.

✓ UNIDADE DE BOMBEAMENTO

A unidade de bombeamento diz respeito ao tipo de equipamento utilizado para o bombeamento da água do poço. No caso de poços tubulares, podem ser: bomba submersa, bomba injetora, bomba manual, bomba centrífuga, compressor e catavento. Cada tipo tem sua finalidade e peculiaridade, porém possuem um detalhe em comum: todas as unidades possuem uma tubulação edutora, geralmente de 2 polegadas, que conduzirá a água ao sistema de armazenamento ou de irrigação/abastecimento.

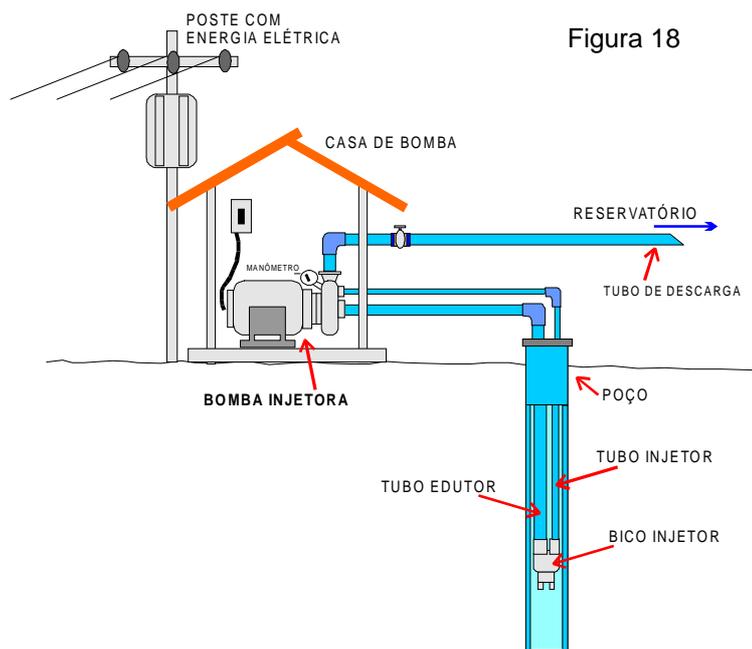
✓ Bomba Submersa

É utilizada para bombeamentos com vazões de médio a grande porte (> 3.000 litros/hora), com profundidades variadas, e requer a existência de energia elétrica trifásica. Sua instalação (Figura 17) é feita dentro do poço mediante apenas um cano (tubo edutor), que liga a bomba ao reservatório, e um fio grosso que liga a bomba a um quadro elétrico situado, geralmente numa casa de bomba (ou de força).



✓ Bomba Injetora

É utilizada para bombeamentos com vazões de pequeno a médio porte, com profundidades variadas, e funciona tanto com energia elétrica como com combustível. Sua instalação (Figura 18) é feita com um bico injetor (ou válvula de pé), dentro do poço mediante dois canos (tubo injetor fino e tubo edutor grosso), que liga o bico injetor à bomba que fica fora do poço, dentro de uma casa de bomba. Da bomba, sairá um cano que conduzirá a água ao reservatório.



✓ Bomba Centrífuga

É utilizada para bombeamentos com vazões de pequeno porte (< 3.600 litros/hora), com baixas profundidades, e funciona tanto com energia elétrica como com combustível. Sua instalação (Figura 19) é feita fora do poço mediante apenas um cano (tubo edutor fino), que sai do poço diretamente para a bomba situada, geralmente numa casa de bomba. Do motor da bomba sai um segundo cano que conduzirá a água ao reservatório, e um fio grosso que liga a bomba a um quadro elétrico.

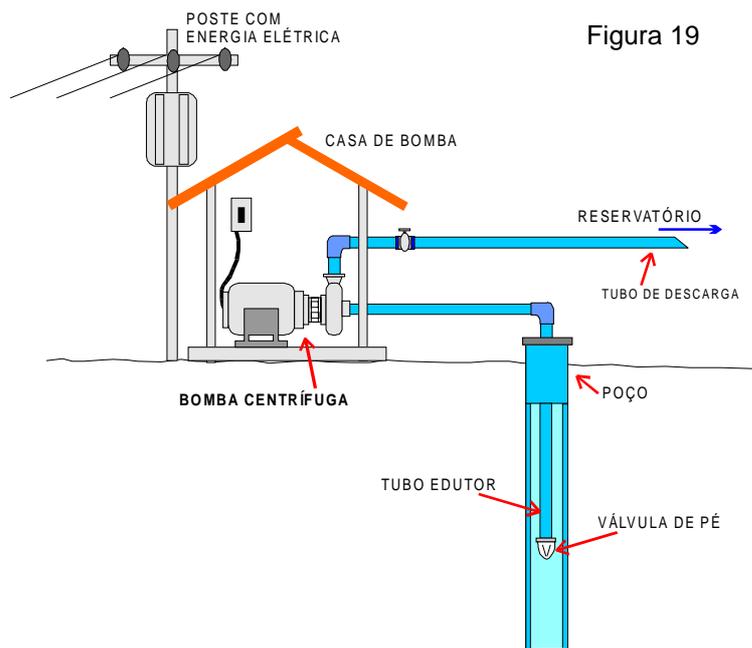


Figura 19

✓ Bomba Manual

É utilizada para bombeamentos manuais, com baixíssimas vazões (< 500 litros/hora), com baixas profundidades, e requer o trabalho braçal humano. Sua instalação (Figura 20) é feita diretamente acoplada à boca do poço com um sistema de sucção dentro do poço. Seu funcionamento, como dito, é manual, através de movimentos constantes de uma alavanca.

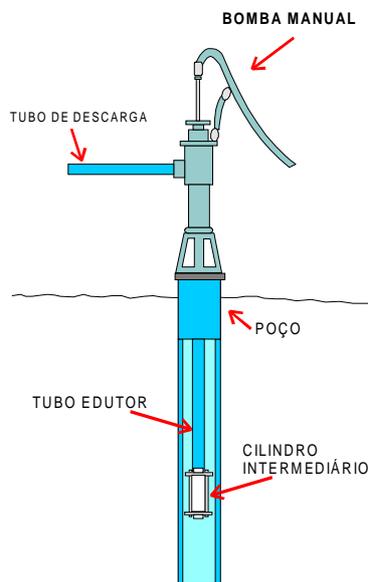


Figura 20

✓ **Catavento**

Quando o poço é instalado com uma estrutura metálica em torre contendo no seu topo um sistema de hélices que aciona, através da energia eólica (vento), um pistão que funciona dentro do poço (Figura 21). O movimento de subida e descida do pistão eleva a água por um tubo edutor até a superfície.

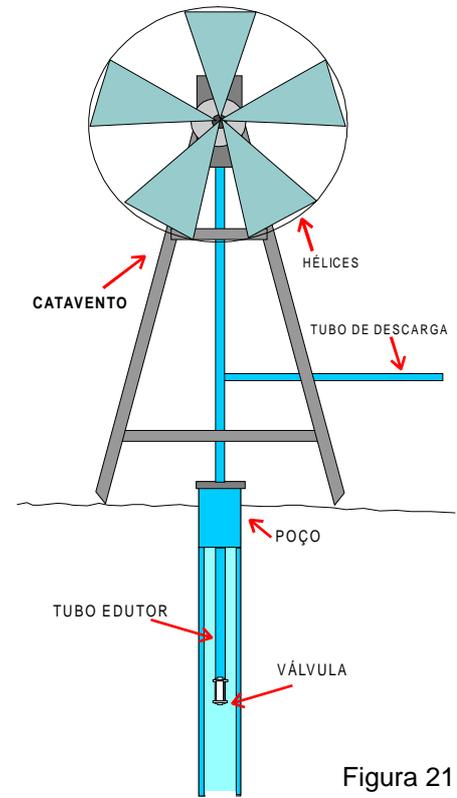


Figura 21

✓ **Compressor**

De um motor externo (compressor) é injetado o ar comprimido dentro do poço através de um cano de reduzido diâmetro (injetor de ar); o ar injetado faz com que a água suba à superfície por um outro tubo de maior diâmetro (tubo edutor) e a encaminha até a caixa d'água ou outro sistema (Figura 22).

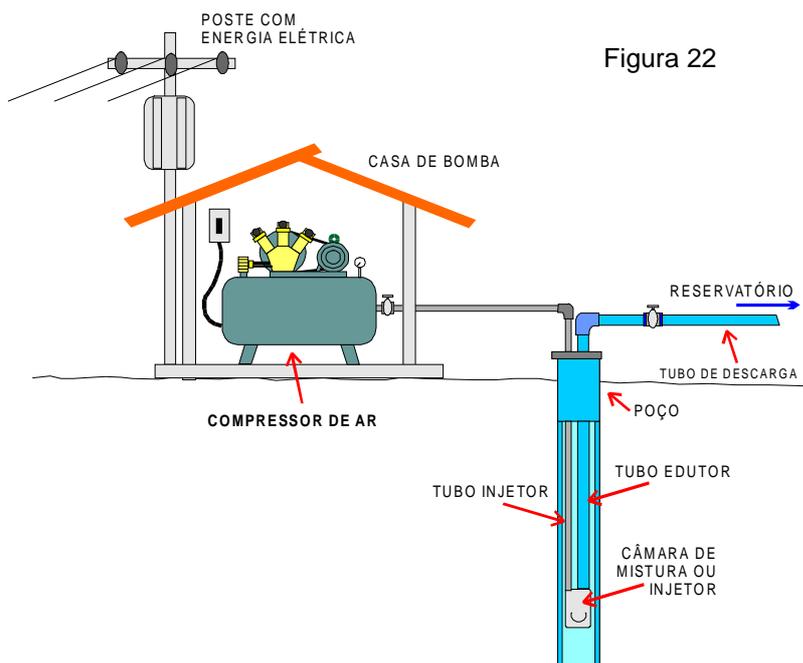


Figura 22

BIBLIOGRAFIA RECOMENDADA

- ◆ **CETESB** -Água Subterrânea e Poços Tubulares; Tradução da primeira edição do original norte-americano publicado pela JOHNSON Division, UOP, Inc., Saint Paul, Minnesota. 3ed. rev. São Paulo, CETESB, 1978.
- ◆ **CONESP** – Manual Prático para dimensionamento e utilização de compressores de ar em bombeamento de poços. Recife, CONESP/SUDENE, 1987.
- ◆ **COSTA, W.D.** - Captação de Águas Subterrâneas para Abastecimento de Pequenas Comunidades. Apostila do Curso – CETESB.- São Paulo, 1979.
- ◆ **COSTA FILHO, W.D.** – Noções Sobre Projeto Construtivo de Poços Tubulares. Apostila do Curso – SRH/UFC. Fortaleza, Ceará, 1995.
- ◆ **CUSTODIO, E. & LLAMAS, M.R.** - Hidrologia Subterrânea. 2ªEdição. Tomo II. Seção 17. pág. 1669 a 1875. 1983.
- ◆ **DEMHIROS/SOSP** - Projeto de Treinamento Construção de Poços Tubulares. Apostila. Fortaleza, Convênio DRN - 030/81, SUDENE/UFC, 1982.
- ◆ **DRISCOLL, F.G.** - Groundwater and Wells. Publicado pela JOHNSON Division, UOP, Inc., Saint Paul, Minnesota. 2ªEd., 1986.
- ◆ **FEITOSA, F.A.C. & MANOEL FILHO, J.** coorden. – Hidrogeologia: Conceitos e Aplicações. Fortaleza: CPRM, LABHID-UFPE, 1997.
- ◆ **JORBA, A.F.; SÁENZ F., R.; MÉNDEZ A., R. & MOYA, R.A.** - Pozos para Água. Tradução em Espanhol do Livro “Wells”. Costa Rica.
- ◆ **LOGAN, J.** - Desenvolvimento de Poços. Princípios e Métodos de Desenvolvimento de Poços d’Água. USAID/Recife, 1965.
- ◆ **PROMINAS BRASIL S.A.** - Técnicas de Perfuração. Apostila do Curso. 2 volumes. 1988.
- ◆ **ROCHA, G.A. & JORBA, A.F.** - Manual de Operação e Manutenção de Poços. 2ªEdição. São Paulo, DAEE, 1982. ii, 90p. ilustr. grafs. tabs. 297 mm.
- ◆ **TRÖFTEN, F.** - Ground Water Utilition in Hard Rocks. Mining and Construction Methods. Atlas Copco MCT AB _ STOCKHOLM – Sweden, 1972.
- ◆ **USAID** - Poços - Manual Técnico n°5-297 do Departamento do Exército (n°85-23 do Departamento da Força Aérea), publicado em Washington. 1957.

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS

Sede

SGAN Quadra 603 – Conjunto “J”- Parte A – 1º andar –
CEP: 70830.030 – Brasília – DF
Telefones: (061) 312.5252 – (061) 223.5253 (PABX)
Fax: (061) 225.3985

Escritório Rio

Av. Pasteur, 404 – Urca – CEP: 22292-040 –
Rio de Janeiro – RJ
Telefones: (021) 295.5337 – (021) 292.0032
(PABX)
Fax: (021) 295.6347

Diretoria de Geologia e Recursos Minerais

Telefone: (021) 295.6196
Fax: (021) 295.6196
E-Mail: juarez@cristal.cprm.gov.br

Departamento de Recursos Minerais

Telefone: (021) 295.5446
E-Mail: mafa@cristal.cprm.gov.br

Diretoria de Relações Institucionais e Desenvolvimento

Telefone: (021) 295.5837
Fax: (021) 295.5947
E-Mail: augusto@cristal.cprm.gov.br

Divisão de Documentação Técnica

Telefones: (021) 295.5997
Fax: (021) 295.5897
E-Mail: seus@cristal.cprm.gov.br

Superintendência Regional de Belém

Av. Dr. Freitas, 3645 – Marco – CEP: 66095-110 –
Belém – PA
Telefones: (091) 226.0016 - (091) 246.8577
(PABX)
Fax: (091) 246.4020
E-Mail: cprmbe@cprmbe.gov.br

Superintendência Regional de Belo Horizonte

Av. Brasil, 1731, Funcionários – CEP: 30140.002
Belo Horizonte – MG
Telefones: (031) 261.3037 – (031) 261.5977
(PABX)
Fax: (031) 261.5585
E-Mail: cprmbh@estaminas.com.br

Superintendência Regional de Goiânia

Rua 148, 485 – Setor Marista – CEP: 74170.110 –
Goiânia – GO
Telefones: (062) 281.1342 – (062) 281.1522
Fax: (062) 281.1709

Superintendência Regional de Manaus

Av. André Araújo, 2160 – Aleixo –
CEP: 69065.001 – Manaus – AM
Telefones: (092) 663.5533 – (092) 663.5640 (PABX)
Fax: (092) 663.5531
E-Mail: suregma@internext.com.br

Superintendência Regional de Porto Alegre

Rua Banco da Província, 105 – CEP: 90840.030 –
Porto Alegre – RS
Telefones: (051) 233.4643 – (051) 233.7311 (PABX)
Fax: (051) 233.7772
E-Mail: cprm_pa@portoweb.com.br

Superintendência Regional de Recife

Av. Beira Rio, 45 – Madalena – CEP: 50610.100 –
Recife – PE
Telefones: (081) 227.6293 – (081) 227.0277 (PABX)
Fax: (081) 227.4281
E-Mail: cprm@fisepe.pe.gov.br

Superintendência Regional de Salvador

Av. Ulisses Guimarães, 2862
Centro Administrativo da Bahia – CEP: 41213.000 –
Salvador – BA
Telefones: (071) 230.0025 – (071) 230.9977 (PABX)
Fax: (071) 371.4005
E-Mail: cprmsa@bahianet.com.br

Superintendência Regional de São Paulo

Rua Barata Ribeiro, 357 – Bela Vista – CEP: 01308.000 -
São Paulo – SP
Telefones: (011) 255.8655 – (011) 255.8155 (PABX)
Fax: (011) 256.6955
E-Mail: cprmsp@uninet.com.br

Residência de Fortaleza

Av. Santos Dumont, 7700 – 4º andar – Papicu –
CEP: 60150.163 – Fortaleza – CE
Telefones: (085) 265.1726 – (085) 265.1288 (PABX)
Fax: (085) 265.2212
E-Mail: refort@secrel.com.br

Residência de Porto Velho

Av. Lauro Sodré, 2561 – Bairro Tanques –
CEP: 78904.300 – Porto Velho – RO
Telefones: (069) 223.3165 – (069) 223.3544 (PABX)
Fax: (069) 221.5435
E-Mail: cprmrepo@enter-net.com.br

Residência de Teresina

Rua Goiás, 312 – Sul – CEP: 64001.570 – Teresina – PI
Telefones: (086) 222.6963 – (086) 222.4153 (PABX)
Fax: (086) 222.6651

