

## Índice

### 1 Rebaixamento por Poços Injetores e Bombas Submersas

#### - Definição

#### 2 Método construtivo

### 3 Rebaixamento à Vácuo

#### - Definição

#### 4 Norma

#### 5 Método construtivo

#### 6 Equipe de trabalho

### 1 Rebaixamento Por Poços

#### - Definição

Rebaixamento por poços é um sistema para se retirar água do subsolo de forma induzida, portanto não gravitacional, através de poços com diâmetros bem pequenos. Esta técnica é utilizada para profundidades usuais entre 6 e 30 metros.

Dois sistemas serão abordados: injetores ou ejetores e bombas submersas

#### 1.1 Injetores ou Ejetores

Por este sistema, se força a circulação da água através de um bocal previamente conformado para reproduzir um tubo do tipo Venturi, chamado injetor. Este injetor é instalado na extremidade inferior do poço individual. O sistema funciona como um circuito semifechado, no qual a água é impulsionada por bomba centrífuga através de uma tubulação horizontal geral de injeção.

Esta tubulação dispõe de saídas para os poços individuais que, por meio de tubos de PVC para injeção, com diâmetros de 25 ou 32 mm, levam a água até o injetor posicionado no fundo do poço.

A água inicialmente injetada, depois de passar pelo injetor, é acrescida da água aspirada, que sobe por um tubo de retorno de 32 ou 40 mm até a superfície e daí segue, pela tubulação geral coletora horizontal, para o tubo de descarga acoplado à caixa d'água.

## 1.2 Bombas submersas

Este sistema prevê a instalação de bombas de múltiplos estágios internamente a cada poço, em sua extremidade inferior, retirando individualmente a água do subsolo.

## 2 Método Construtivo

### 2.1 Poços Injetores

Os poços injetores são perfurados com diâmetros entre 200 e 400 mm. O espaço entre os furos é de 3 a 10 m. Em geral, os poços são executados por perfuratrizes que empregam circulação direta. Dependendo da estabilidade da parede, o furo pode ser revestido ou não (fig.1).

A circulação direta se dá pela injeção da água no tubo de revestimento provisório, em cuja extremidade existe uma sapata de perfuração, que tem por finalidade desagregar o solo. Após circular pela sapata de perfuração, a água sobe pelo espaço compreendido entre a face externa do revestimento e a parede do furo, transportando o material desagregado.

Após perfurar os poços, coloca-se no interior de cada furo um tubo para drenagem com diâmetro entre 100 e 150 mm. Estes tubos são lisos no seu trecho superior e drenantes no trecho inferior, abrangendo a região por onde a água flui com ranhuras que compõem o sistema de filtros.

O trecho ranhurado, também chamado de tubo filtro, pode ser de PVC geomecânico, dotado de ranhuras verticais e horizontais, ou então metálicos com ranhuras verticais envoltas por tela.

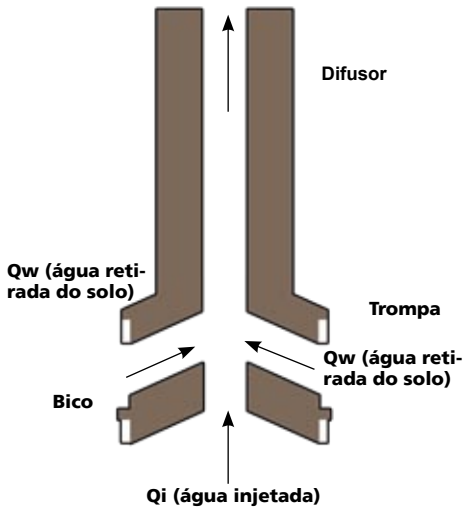
O espaço anelar compreendido entre o tubo e o revestimento é preenchido com o pré-filtro, que é composto de areia ou pedrisco com granulometria apropriada. Estes materiais são colocados à medida que o revestimento é retirado do furo. A extremidade superior do poço é selada

com solo-cimento ou bentonita.

A abertura das ranhuras e da tela não deve permitir a passagem do pré-filtro. A parte lisa do tubo é denominada de revestimento do poço.

Depois de concluídas estas operações, os tubos injetores com o bico venturi instalado em sua extremidade inferior (fig.2) e coletores verticais são colocados no interior dos poços. A seguir, eles são conectados aos tubos horizontais, coletores e de injeção, que podem ter dimensão de 100 ou 150 mm.

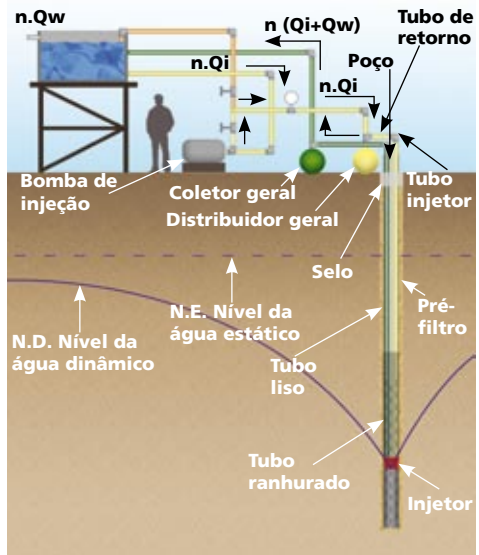
$Q_i+Q_w = \text{água retirada do solo} + \text{água injetada}$



**Figura 1 - Detalhe do bico injetor Venturi**

A instalação é complementada pelo acoplamento de bomba centrífuga de 15 HP ao tubo de injeção, que promoverá a circulação forçada da água pelo circuito (fig.1). Para evitar interrupções no processo de bombeamento, considere a manutenção de uma bomba reserva na obra, ou então avalie previamente o risco para eventuais paralisações do sistema.

Cada uma das bombas opera usualmente cerca de seis destes poços.



**Figura 2 - Montagem geral do rebaixamento por poços injetores**

## 2.2 Bombas Submersas

Os poços para instalação de bombas submersas são perfurados com diâmetros entre 200 e 400 mm. O espaço entre os furos é de 3 a 10 m. Em geral, os poços são executados por perfuratrizes que empregam circulação direta. Dependendo da estabilidade da parede, o furo pode ser revestido ou não.

A circulação direta se dá pela injeção da água no tubo de revestimento provisório, em cuja extremidade existe uma sapata de perfuração, que tem por finalidade desagregar o solo. Após circular pela sapata de perfuração, a água sobe pelo espaço compreendido entre a face externa do revestimento e a parede do furo, transportando o material desagregado.

Após perfurar os poços, coloca-se no interior de cada furo um tubo para drenagem com diâmetro entre 100 e 150 mm. Estes tubos são lisos no seu trecho superior e drenantes no trecho inferior, abrangendo a região por onde a água flui

# REBAIXAMENTO DO LENÇOL FREÁTICO

com ranhuras que compõem o sistema de filtros.

O trecho ranhurado, também chamado de tubo filtro, pode ser de PVC geomecânico, dotado de ranhuras verticais e horizontais, ou então metálicos com ranhuras verticais envoltas por tela.

O espaço anelar compreendido entre o tubo e o revestimento é preenchido com o pré-filtro, que é composto de areia ou pedrisco com granulometria apropriada. Estes materiais são colocados à medida que o revestimento é retirado do furo. A extremidade superior do poço é selada com solo-cimento ou bentonita.

A abertura das ranhuras e da tela não deve permitir a passagem do pré-filtro. A parte lisa do tubo é denominada de revestimento do poço.

Depois de concluídas estas operações, uma bomba de múltiplos estágios é instalada no interior do tubo. Por meio de tubo de recalque à bomba instalado, a água é removida para superfície, trabalhando cada poço individualmente. A instalação é complementada por painel de controle que liga e desliga o sistema em função do volume de água

removido (fig.2). Para evitar interrupções no processo de bombeamento, considere a manutenção de uma bomba reserva na obra, ou então avalie previamente o risco para eventuais paralisações do sistema.

## 3 Rebaixamento à Vácuo - Definição

O rebaixamento por ponteiros a vácuo, ou *well point*, é um sistema para se retirar água do subsolo de forma induzida, portanto não gravitacional, através de poços com diâmetros bem pequenos. Esta técnica é utilizada para profundidades de até 6 metros.

### 3.1 Método construtivo

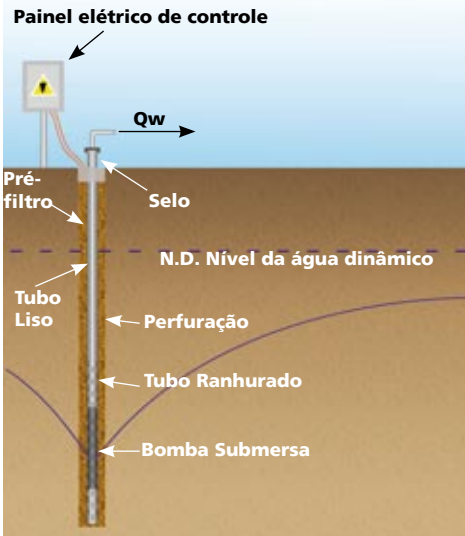
Após a perfuração dos poços, neles são instaladas as ponteiros. Estas são conectadas a um coletor, que por sua vez é ligado a uma bomba de vácuo. Esta bomba produz vácuo, que cria condições para o fluxo d'água do subsolo subir à superfície e chegar a um reservatório fechado (fig.3).

A água armazenada é retirada da obra por bombas de recalque especialmente acopladas ao reservatório. As duas bombas e o reservatório d'água, instalados num único chassis, formam o conjunto de rebaixamento a vácuo.

O diâmetro dos poços varia entre 100 e 150 mm, usualmente é de 100 mm, e o espaçamento entre eles varia entre 0,5 e 2 metros, dependendo da natureza do solo e do volume de água a ser bombeado. Em geral, os poços são executados por perfuratrizes com circulação direta.

De acordo com a estabilidade da parede, o furo pode ser revestido ou não. A circulação direta se dá pela injeção de água no tubo de revestimento provisório, em cuja extremidade existe uma sapata de perfuração, que tem por finalidade desagregar o solo.

Depois de circular pela sapata de perfuração, a água sobe pelo espaço compreendido entre a face externa do revestimento e a parede do furo, transportando o material desagregado.



**Figura 3 - Montagem geral do rebaixamento por poços com bomba submersa**

Depois, a ponteira é instalada no interior do furo. Imediatamente após a instalação, lança-se o pré-filtro, entre a ponteira e a parede do poço. O pré-filtro é constituído de areia ou pedriscos com granulometria apropriada. Na extremidade superior do poço, o pré-filtro é substituído por um selo de solo-cimento ou de bentonita.

Normalmente, o conjunto de ponteiras circunscreve a área cujo lençol deve ser rebaixado, e permite que estes tubos sejam acoplados aos coletores posicionados na superfície do terreno. Os coletores são feitos com tubos de aço galvanizado ou de PVC, com diâmetros entre 100 e 150 mm.

A conexão entre as ponteiras e os adaptadores do coletor é feita por meio de mangueiras plásticas flexíveis especiais ou por segmentos de tubos e cotovelos. Com o objetivo de minimizar a perda de carga hidráulica, deve ser instalado, de preferência em um ponto central da rede coletora, um conjunto de rebaixamento, cuja potência total dos motores deve variar entre 15 e 20 HP.

Pode-se optar ainda por ponteiras injetadas, assim denominadas pois são instaladas por meio de escavação a jato d'água, que é feita com bombas de alta capacidade de vazão e pressão. O emprego deste processo é indicado somente para o rebaixamento em solos constituídos basicamente por areias e argilas muito moles. Este tipo de ponteira é de metal e tem uma válvula especial em sua extremidade inferior.

As ponteiras são ligadas à superfície por tubos denominados de subida ou de sucção. Estes tubos, confeccionados de material e em diâmetro idênticos ao das ponteiras, destinam-se a promover o acoplamento aos coletores, que serão conectados ao conjunto de bombas a vácuo e centrífuga.

O segmento drenante das ponteiras

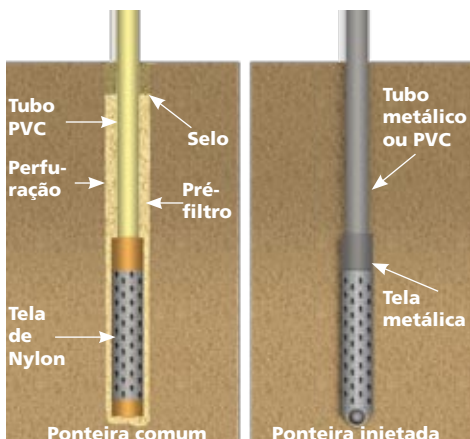


Figura 4 - Tipos de ponteiras

fica na extremidade inferior e tem diâmetro entre 38 e 50 mm, com comprimentos que variam de 0,3 a 1 metro. Na maioria dos casos são de 0,5 m. São produzidos ou com tubos de PVC perfurados e entelados ou com aço galvanizado.

O comprimento dos tubos de subida ou de sucção deve ser o suficiente para que as ponteiras fiquem submersas pelo menos 0,5 metro no lençol freático rebaixado, e permita que estes tubos sejam acoplados aos coletores posicionados na superfície do terreno. Os coletores são feitos com tubos de aço galvanizado ou de PVC, com diâmetros entre 100 e 150 mm.

A conexão entre as ponteiras e os adaptadores do coletor é feita por meio de mangueiras plásticas flexíveis especiais ou por segmentos de tubos e cotovelos. Com o objetivo de minimizar a perda de carga hidráulica, deve ser instalado, de preferência em um ponto central da rede coletora, um conjunto de rebaixamento, cuja potência total dos motores deve variar entre 15 e 20 HP.

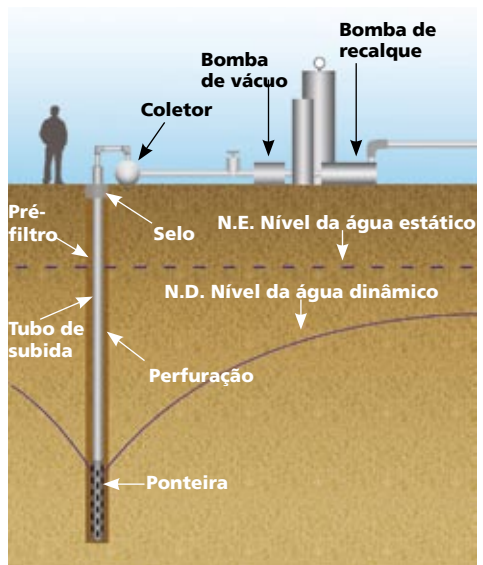


Figura 5 - Montagem geral do rebaixamento à vácuo

Para evitar interrupções no processo de bombeamento da água, considere

manter bomba reserva, ou então avalie previamente o risco de eventuais paralisações do sistema.

As vantagens na opção por este método de rebaixamento são: simplicidade do sistema; baixo custo e rapidez na instalação.

Já sua desvantagem está no limite do rebaixamento. Em condições excepcionais, como as encontradas em solos permeáveis e ao nível do mar, é possível se obter um rebaixamento próximo a 6 metros. Já em solos menos permeáveis, como os de areias siltsosas ou de areias argilosas, chega-se a um rebaixamento entre 4 e 5 metros.

Quando há espaço suficiente em planta, é possível o emprego de dois ou mais estágios de ponteiras. Isto permite ultrapassar os limites de altura em tantos metros quantos forem necessários.

Cada estágio inferior opera a partir do lençol freático rebaixado pelo estágio superior. Cada bomba a vácuo tem capacidade para operar cerca de 40 ponteiras.

## 4 Norma

Não existe norma da ABNT, recomendamos o livro **Rebaixamento Temporário de Aquíferos** (2007) pela Oficina de Textos, de Urbano Rodriguez Alonso.

## 5 Equipe de trabalho

### 5.1 Encarregado geral de serviços

a) Verifica: condições para entrada e movimentação de equipamentos no canteiro da obra; descarregamento de equipamentos, utensílios e ferramentas; e implantação geral da obra.

b) Verifica a programação de execução (sequência executiva) de acordo com características da obra e necessidades do cliente.

c) Coordena o DDS (diálogo diário de segurança) antes do início das atividades do dia e instrui em relação à segurança durante a execução dos serviços.

d) Coordena locação, verticalidade e instalação do equipamento de perfuração e das ponteiras.

e) Orienta em relação aos procedimentos de perfuração, de lavagem e de instalação do pré-filtro, quando necessário.

f) Verifica condições da rede coletora de maneira a permitir o livre trânsito dos equipamentos e do pessoal na obra.

g) Mantém contato com o representante do cliente no campo, com relação às solicitações e providências para a continuidade normal da obra.

### 5.2 Operador de perfuratriz

a) Movimenta o equipamento de acordo com a sequência executiva.

b) Instala o equipamento no furo, observando locação e verticalidade.

c) Verifica quantidade e tamanho dos tubos ou organiza e quantifica a instalação das hastes de perfuração com jato d'água, para acompanhar a profundidade perfurada.

d) Detecta mudanças de camadas do solo à medida que a perfuração avança.

e) Detecta eventuais perdas d'água durante a perfuração.

f) Orienta os auxiliares de perfuração quanto à utilização do ferramental necessário.

g) Promove a eventual instalação do pré-filtro e da ponteira.

### 5.3 Operador de conjunto de rebaixamento

a) Instala rede coletora e bombas.

b) Mantém o sistema ativo, corrigindo falhas na operação das ponteiras.

### 5.4 Auxiliar geral

Auxilia os especialistas nas atividades principais.