

2 Elementos Drenantes em Solos

Em muitas obras de engenharia a aplicação de sistemas de drenagem é comum em serviços como de escavação ou mesmo de estabilização de taludes. O sistema de drenagem subhorizontal tem por objetivo controlar as magnitudes das poropressões geradas em taludes naturais, escavações, túneis, conseqüentemente aumentando as tensões efetivas deste solo e seu fator de segurança.

O presente capítulo tem como objetivo fazer uma breve revisão dos tipos de elementos drenantes, representados por drenos subhorizontais e poços, que são normalmente utilizadas na engenharia geotécnica na estabilidade de taludes, escavações e outros.

2.1. Rebaixamento com Drenos Horizontais Profundos – DHP

O objetivo da drenagem profunda é promover o rebaixamento do nível freático interno de um maciço de modo a evitar a surgência de água na face do talude, principalmente nos períodos de chuvas, e garantir sua estabilidade. Sabe-se que, os drenos subhorizontais são ineficazes nos casos de instabilidade por perda de sucção, pois eles só são “ativados” a partir do momento que a frente de saturação atinge-os.

Em maciços de “tálus” é muito comum ocorrer instabilidade, apesar de ser constituído de grandes áreas com taludes suaves, mas devido à saturação parcial ou total do solo decorrente das chuvas ou provenientes de nascentes soterradas pelos antigos escorregamentos, que se infiltram na massa de solo e afloram na face do talude (Alonso, 1999).

A instalação dos drenos subhorizontais pode ser feita em taludes ou em túneis, sendo esta aplicada quando a espessura da camada de tálus é significativa.

Não existe a rigor um procedimento de cálculo para os drenos subhorizontais. Comumente, instalam-se os mesmos onde haja surgência de água

e acrescentam-se mais unidades drenantes ou aumenta-se seu comprimento aprofundando-os, até conseguir o rebaixamento freático desejado em projeto. Para isso é feito um controle através de indicadores de nível de água e piezômetros.

2.1.1. Características Gerais

Drenos constituem um sistema de drenagem simples e de fácil execução, eles são perfurados com inclinação entre 3° a 10° com a horizontal, de modo que o escoamento gravitacional seja satisfatório, estas são executadas em maciços de solos podendo ser em aquíferos confinados ou não confinados. As perfurações possuem diâmetros que variam de 2" a 4", sendo, geralmente, revestidas. A remoção do revestimento de perfuração ocorre quando se atinge a profundidade desejada. Em seguida insere-se um tubo perfurado de PVC ou de aço galvanizado ranhurados ou com orifícios, sendo executados por perfurações direto na face do talude. Em seguida o revestimento é extraído pela sonda ou perfuratriz que a implantou, conforme mostrado pelas figuras 1 e 2.

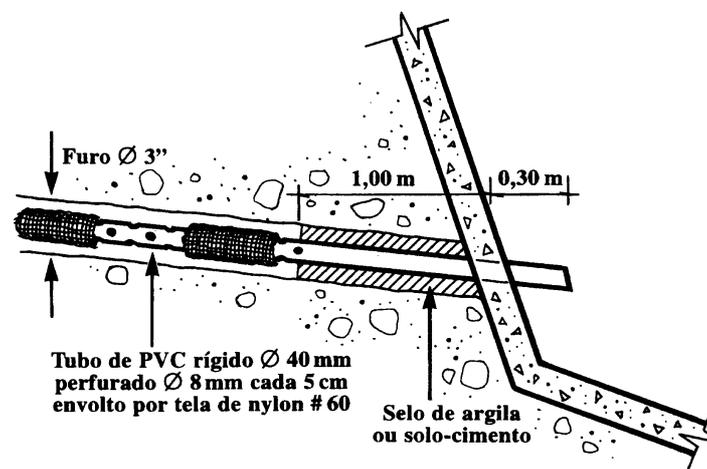


Figura 1-Detalhe do dreno subhorizontal profundo (Hachich e outros,1998).

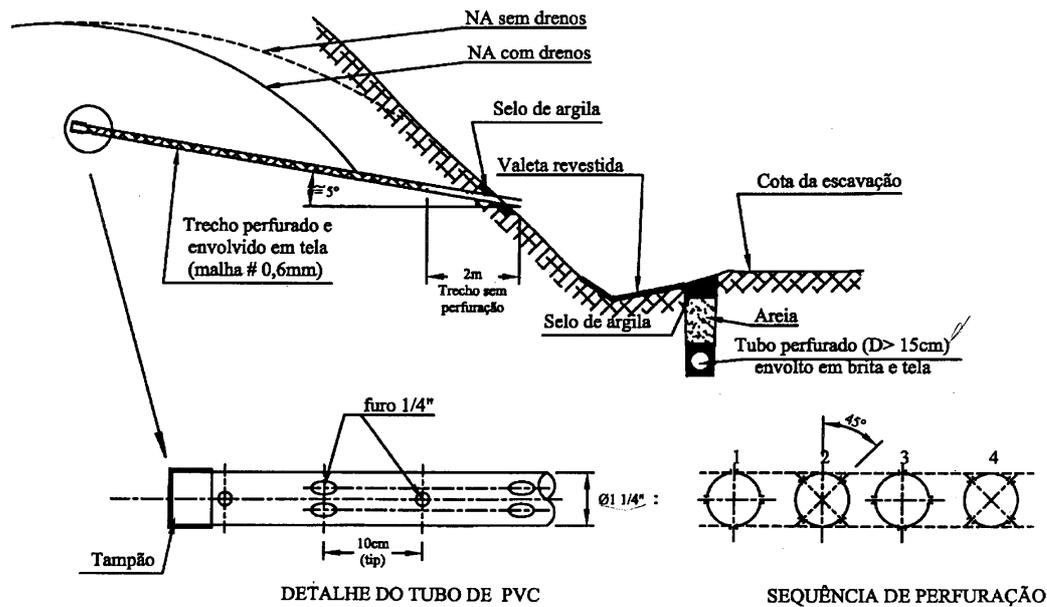


Figura 2-Detalhe instalação de drenos subhorizontais profundos (Alonso, 1999).

Os diâmetros dos drenos variam de 1” a 2”, o que limita a quantidade de água a ser extraída por unidade implantada. Seu comprimento pode atingir centenas de metros, mas geralmente aplica-se de 10 a 20 m. A região corrugada dos tubos possui furos de 5 a 10 mm, devendo evitar mais de dois furos por seção o que refletiria na redução da resistência do mesmo.

Os drenos devem ser projetados para interceptar o maior número de veios permeáveis possível ou mesmo aquíferos confinados, pois a função do dreno é ser um “escape” de alívio para regiões onde ocorre subdireção, pois estes sistemas rebaixam o nível piezométrico, sendo o volume extraído através do dreno diretamente proporcional a permeabilidade e ao gradiente hidráulico. O fluxo tende a reduzir, proporcionalmente à redução do gradiente, até restabelecer a condição de regime permanente (GEO-RIO, 2000).

Assim, a determinação das condições hidrogeológicas como a posição do lençol freático e direções preferenciais de fluxo, devem ser estabelecidas durante a fase de investigações geotécnicas.

A prática demonstra que drenos mais longos e espaçados são mais eficientes do que drenos curtos com espaçamento menor, pois o rebaixamento ocorre ao longo do dreno e quando mais longo mais distante da face do talude estará a superfície freática. Assim, quanto mais suave o talude, maior deverá ser o comprimento do dreno. Existe um limite do comprimento que é dado pela

resistência do material do revestimento que para o caso do tubo de PVC não deve exceder 40 m. Para comprimentos maiores deve-se utilizar materiais como aço inoxidável ou ferro galvanizado.

2.1.2. Especificação da Composição dos Drenos – DHP

2.1.2.1. Tubo

Os drenos podem ser constituídos de PVC, ferro galvanizado ou aço inoxidável, sendo a primeira mais empregada, devido ao custo, peso e manejo. Os demais materiais devem ser utilizados em casos e que não é possível empregar o tubo de PVC, como aplicações em grandes profundidades, já que o comprimento deste não deve exceder 40 m.

Os tubos devem ser perfurados ou ranhurados, com diâmetros variando de 1” a 2”, e de preferência com encaixe tipo ponta e bolsa. Os furos e ranhuras deverão atender a especificação de projeto e poderão ser executadas no canteiro de obras, utilizando serra circular ou furadeira (GEO-RIO, 2000).

2.1.2.2. Argamassa de Cimento

Para preencher a parte inicial do furo, trecho inicial do tubo de PVC, sem ranhuras, utiliza-se uma argamassa de cimento e areia no traço 1:3.

2.1.2.3. Filtro Geossintético

Para evitar a colmatação do tubo de dreno, pode-se empregar com uma camada de geossintético não tecido todo o trecho do tubo que estiver em contato com o interior do maciço, envolvendo a área de furos ou ranhuras do tubo.

O geossintético deverá dispor de permeabilidade e espessura adequadas ao material local e ao volume de água a ser removida e deve satisfazer, também,

alguns requisitos de instalação como a resistência à tração, ao alongamento, ao puncionamento e à propagação de rasgos.

2.1.2.4. Execução

Para evitar a colmatação do tubo de dreno, deve-se empregar uma camada de geossintético não tecido em todo o trecho do tubo que estiver em contato com o interior do maciço, envolvendo a área de furos ou ranhuras do tubo.

2.2. Rebaixamento com Poços

2.2.1. Sistema com Ponteiras Filtrantes

Este sistema consiste em dispor um conjunto de ponteiras, poços de pequeno diâmetro, conectadas a um tubo coletor de 4” de diâmetro, ao longo da periferia da área a ser rebaixada. As ponteiras são, geralmente, espaçadas de 0.5 a 3 m onde são conectadas no coletor pelas tomadas de água. Este espaçamento depende da natureza do solo e do aquífero a ser bombeado, conforme a figura 3.

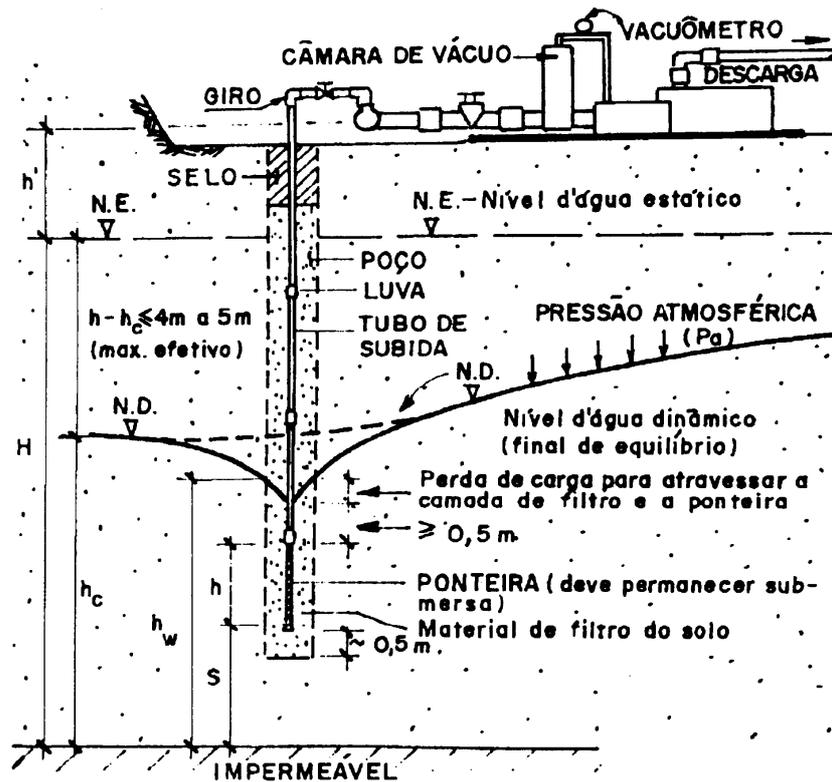


Figura 3-Sistema de rebaixamento por ponteiros (Hachich e outros,1998).

A água extraída pelas ponteiros filtrantes é conduzida pelo tubo coletor até a câmara de vácuo, onde é feita a separação da água e do ar, em seguida, a água é recalçada para fora da obra.

Como a água é extraída do solo com a utilização de vácuo, todo o sistema deve ser estanque, de forma a impedir a entrada de ar e reduzir a eficiência do sistema. Porém, devido ao grande número de juntas do tubo coletor além de outras ligações das ponteiros ao mesmo, sabe-se que não é possível obter o vácuo absoluto, pois sempre haverá entrada no sistema.

A vantagem do emprego do sistema de ponteiros é a sua simplicidade, baixo custo e rapidez de instalação, sendo eficazes quando instalados em solos estratificados. Sua desvantagem é a limitação na altura de rebaixamento. Em condições usuais de obra e para solos como areias siltosas ou argilosas, consegue-se rebaixar de 4 a 5 m.

A vazão de água do solo que a ponteira consegue extrair do solo depende da permeabilidade deste, sendo comuns vazões da ordem de 0.5 a 1 m³/h, se cada conjunto deve conter em torno de 60 ponteiros, já que as bombas de recalque utilizadas possuem uma vazão de trabalho da ordem de 30 a 40 m³/h.

2.2.2. Sistema de Poços Profundos

Quando é preciso rebaixamentos maiores que 4 a 5 m deve-se, então, optar por um sistema de rebaixamento com poços profundos que podem ser de 2 tipos;

2.2.2.1. Rebaixamento com Injetores

Neste sistema são executados poços com diâmetros de 20 a 30 cm e profundidades de até 40 m e são espaçados entre si de 4 a 10 m.

A figura 4 mostra as bases para o funcionamento do poço, que consiste na circulação de água através de um bocal com conformação tal que reproduza um tubo de Venturi.

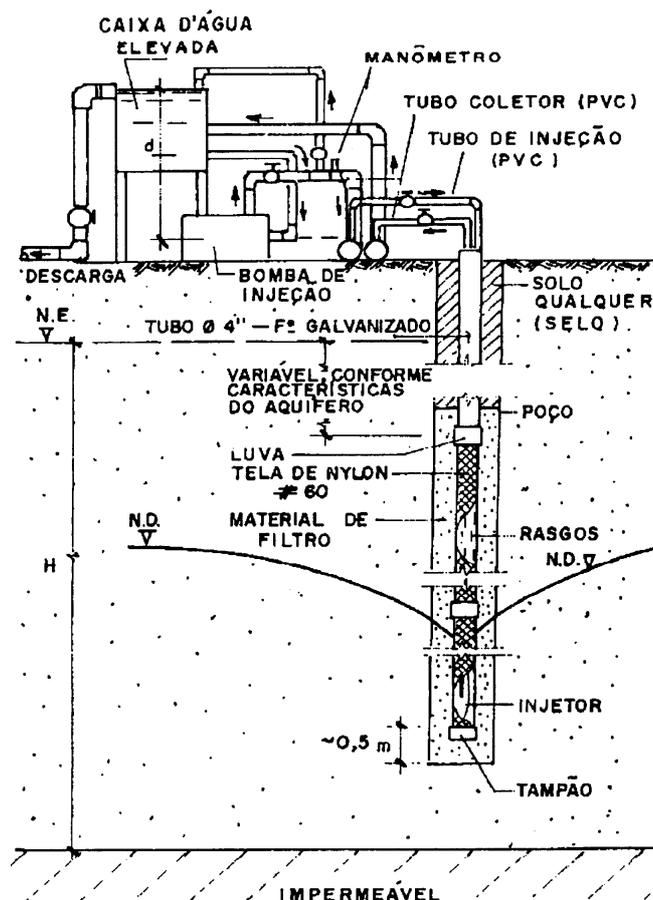


Figura 4-Sistema de rebaixamento por injetores (Hachich e outros,1998).

O sistema funciona como um circuito semifechado em que a água é impulsionada por uma bomba centrífuga através de uma tubulação horizontal de injeção (tubo distribuidor geral) que possuem saídas para conexões verticais com os tubos de injeção, conduzindo água sob alta pressão (0.7 a 1 MPa), até o injetor no fundo do poço. Como consequência, tem-se sucção na extremidade inferior do poço que resulta na extração da água do lençol freático.

A água aspirada do solo se soma com o volume injetado no sistema para promover a sucção, a qual é conduzida até a superfície sendo lançados em uma caixa de água, onde o nível é mantido constante.

A vantagem do emprego deste sistema é a possibilidade de rebaixar o lençol freático a grandes profundidades com apenas uma disposição linear de poços ao redor da área a ser escavada, sendo economicamente mais vantajoso quando comparado o mesmo caso com sistema de ponteiros filtrantes com três ou mais níveis.

A desvantagem é o baixo rendimento do sistema se relacionar o alto consumo de energia por unidade de volume de água bombeada. O rendimento do injetor, considerando as demais perdas do sistema, é de 15 a 20%.

2.2.2.2. Rebaixamento com Bombas de Eixo Vertical

Este sistema permite o rebaixamento do lençol freático a grandes profundidades e em casos de aquíferos espessos muito permeáveis. Neste caso utilizam-se bombas submersíveis instaladas dentro de tubo filtro (figura 5). O acionamento e o desligamento da bomba é feito automaticamente com o uso de eletrodos, sendo ligados pelo contato com a água. O processo de instalação é o mesmo do sistema com injetores, sendo que no fundo do poço é colocada uma bomba centrífuga de alta capacidade.

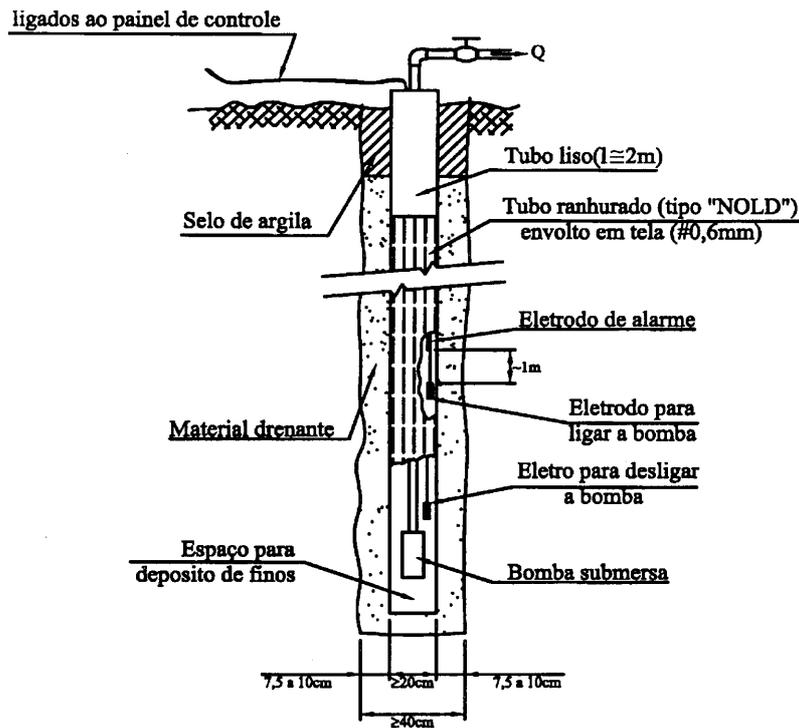


Figura 5-Detalhe de um poço com bomba submersa.

A principal desvantagem do emprego de bombas de eixo vertical é o elevado custo do investimento inicial para a instalação deste sistema, considerando a aquisição da bomba, cabos elétricos, tubulações, quadro de controle com alarmes óticos, acústicos e botoeiras.

2.3. Considerações Gerais

Sistemas drenantes são empregados em sua maioria para estabilidade de taludes, escavações, túneis e outros, onde se faz necessário controlar a água. Inúmeros escorregamentos podiam ser evitados se tivesse um sistema de rebaixamento do lençol freático com poços ou drenos subhorizontais.