

Estabilidade no solo

As contenções de taludes, divisas e encostas compreendem diversas soluções. Variáveis como tempo, espaço e dinheiro disponíveis para a obra definirão o sistema mais apropriado

Para escolher o tipo de contenção e dimensionar os carregamentos e a altura mais indicada a determinada tipologia de solo, é necessário realizar testes, sondagens e análise de campo, verificando a geometria, a hidrologia, os mapas geológicos e as interferências locais. Casos especiais, com feições geológicas anômalas, pedem a perfuração de um poço para exame do solo in loco e realização de testes em laboratório.

A mudança de geometria pode ser suficiente para garantir a estabilidade de um maciço, pois, ao construir um patamar, a geometria impõe um desnível ao terreno estável e seguro. O peso da parte superior é aliviado com o aumento de peso no pé do talude, desde que haja espaço disponível para a inclinação. Assim, a área que sofreria ruptura é removida.

Critérios de dimensionamento

O movimento de escorregamento do solo, ponto fraco do talude, é a principal variável a ser considerada no momento do dimensionamento. A contenção precisa ser calculada de forma a impedir ou, ao menos, controlar a ocorrência desse processo. As movimentações do solo podem ser lentas ou rápidas. A erosão faz com que pequenas massas escorram progressivamente, o rastejo promove um escoamento lento, que pode ser percebido, ao longo dos anos, pela observação de uma cerca torta, uma fenda de tração no solo ou árvores com troncos curvos, e as corridas são os escoamentos causados por grandes enchentes. "No final da estação chuvosa, a massa de solo está saturada e facilita a ocorrência de grandes deslizamentos", explica o engenheiro Paulo Ricardo Monteiro Moura, professor de obras de terra da Faculdade Presbiteriana Mackenzie de São Paulo.

Durante o desenvolvimento do cálculo, a curva granulométrica e o limite de líquido e de plasticidade devem ser incluídos nos resultados. "A força de atrito evita o deslocamento do maciço e resiste ao cisalhamento", diz Carlos Eduardo Maffei, professor titular de obras subterrâneas da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. "Quando o solo está saturado, a força normal diminui, causando a queda da força de atrito e a perda de resistência do solo", completa.

A forma dos grãos é um fator de significativa influência nas propriedades dos solos. Nas argilas, a água causa uma pressão negativa entre dois grãos, gerando atração e coesão. A tipologia não-granular possui três dimensões visíveis, sendo que a dimensão da espessura nas argilas lamelares é muito inferior às outras. Dessa forma, as superfícies possuem cargas positivas e as bordas, negativas, gerando a coesão entre os grãos. As areias não possuem coesão, por isso, não é possível cortar um solo arenoso no sentido vertical sem utilizar-se de outras soluções. A norma permite que escavações temporárias sem contenção em solos com argila sejam feitas em até 1,5 m de profundidade. As contenções de areia requerem a execução de um paramento.

Água fora

A contenção deve impedir a entrada de água e a conseqüente erosão do maciço. A drenagem pode ser feita com a execução de um pequeno barbacã para receber as águas do dreno que fica atrás do talude. O barbacã pode ser feito com brita e separado do solo com o uso de material geotêxtil. "A drenagem profunda é recomendada quando a água que está dentro do maciço e a grandes profundidades pode causar ruptura", aconselha Renato Silva Leme, consultor de geotecnia. "Nesse caso, deve haver uma trincheira no pé e drenos, que alcancem até 100 m de profundidade, dentro do talude", completa Leme. Os tubos citados pelo consultor são perfurados e revestidos com geotêxtil, que filtra a água dentro do cano, sob pressão.

A presença de água deve ser considerada no dimensionamento. A intromissão gera pressões neutras que podem causar rupturas se não observada. "A trinca pode ser resultado de saturação do maciço", alerta Frederico Falconi, projetista da Zaclis Falconi. Embora não haja influência da presença de água sobre o valor do ângulo de atrito interno dos solos, há um notável domínio sobre a coesão, que diminui com a saturação do solo. Assim, para calcular a estabilidade de um talude que poderá saturar-se, é necessário que os ensaios para determinação dos parâmetros de resistência a cisalhamento utilizem corpos-de-prova saturados. A



Grandes encostas: Em encostas de morros, principalmente às margens de rodovias, procura-se sempre executar contenções com revestimento vegetal. Às vezes, não há espaço suficiente e, para aumentar a segurança, projeta-se concreto para aumentar a resistência e estabilidade do maciço

influência da água também pode ser observada durante a submersão total ou parcial do talude, e a percolação da água subterrânea ou infiltrada por represamento ou chuva.

A execução de obras abaixo do nível do lençol freático precisa combater fluxos de água que percolam a periferia e, mesmo quando o solo contido estiver acima do lençol freático, é prudente prever um sistema de drenagem de barbacãs, tubos de dreno e filtros de areia. O custo dessas soluções durante a execução da obra é muito baixo e aumenta a segurança.



Sem Talude: Obra com cortina pré-moldada, em que foram escavados 7 m de argila siltosa com água. Por ser um terreno muito ruim, foi necessário eliminar o talude. Assim, sobra mais espaço para a execução das fundações próximas à periferia

Contenção verde

Se a encosta recebe uma impermeabilização e um acabamento cimentado com concreto projetado, por exemplo, o visual é agressivo. Outra maneira de proteger o talude da ação da água e da erosão é o revestimento vegetal. Além de ser mais integrada ao meio ambiente, a solução é mais barata por dispensar os gastos com transporte de solo. "Uma contenção impermeável aumenta a quantidade de água correndo que, em uma chuva intensa, pode chegar mais rápido ao córrego e contribuir para as enchentes", explica Geraldo Gama, pesquisador do IPT (Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo).

Por outro lado, com a cobertura vegetal, o solo retém a água por um período maior de tempo. "Até as folhas que caem das árvores colaboram para retardar a passagem da água", completa Gama. Além disso, a hidrossemeadura melhora a resistência das camadas superficiais, retém a umidade e dá sombreamento às gramíneas. "Em Hong Kong, onde o clima e a geologia são semelhantes aos do Brasil, não há contenções com gramíneas porque há pouco espaço", exemplifica Cláudio Michael Wollé, professor do departamento de estruturas e fundações da Escola Politécnica. "Na rodovia dos Imigrantes vários trechos contam com esse tipo de cobertura em fase de crescimento", completa.

Outra opção integrada ao meio ambiente e que apresenta boa resistência é a contenção superficial feita com troncos de eucalipto e bambu, com a execução do plantio em forma de patamares.

Problemas urbanos

A maioria das obras incluídas em grandes centros urbanos está localizada em solos ruins, com lençol freático alto. Além disso, os projetos contemplam muitos subsolos que demandam grandes escavações. Utilizar uma contenção com taludes nessas profundidades permitiria a saída da água do maciço e contribuiria para o desbarrancamento. "Rebaixar o nível do lençol freático atrás da contenção pode causar acomodação do solo da edificação vizinha", diz o engenheiro Daniel Rozenbaum, da Fundacta. Com essas características, a parede-diafragma trabalha como se fosse uma "ensecadeira" em todo o terreno, e a água que deveria percorrer o local é desviada pela periferia. Na parede, é normal o escape de um pouco de água por entre as juntas frias, mas uma canaleta ao pé do subsolo coleta essa água e uma parede falsa esconde a contenção.

Em obras menores, costuma-se executar taludes protegidos com piche. Os blocos de fundação próximos à periferia são abertos em cachimbos, onde o talude recebe um corte vertical e um chapisco como proteção contra desbarrancamento.

O maior problema enfrentado nas contenções periféricas de obras urbanas são as edículas vizinhas e construções clandestinas que, em geral, são mal construídas. As tubulações antigas também são fontes de problemas. A existência de instalações hidráulicas com manilhas de barro podem ocasionar vazamentos no terreno. Nesses locais, qualquer mudança no solo pode causar um desbarrancamento, trincas na edícula e obrigar a uma desocupação da edificação durante as obras como precaução. Em regiões que abrigam prédios ou casas das décadas de 20 ou 30, os subsolos, em geral, estão prejudicados por resquícios de fossas antigas, vazamentos e fundações feitas com estacas de madeira, já apodrecidas. "O acompanhamento de recalques nos edifícios vizinhos é fundamental para evitar acidentes", alerta Milton Golombek, consultor da Consultrix.