

# Construção

## Contenções

**A engenharia oferece soluções de contenção variadas, adequadas para as situações mais diversas. Geologia do terreno, estudo de riscos, custo e cronograma da obra influenciam a escolha da técnica de execução**

Por Juliana Nakamura  
Edição 154 - Maio/2014



**Em resposta ao surgimento de projetos mais complexos e cronogramas mais enxutos, o segmento de contenção evoluiu tecnologicamente**

Escavações profundas, cortes verticais e aterros de grandes dimensões são cada vez mais importantes para a implantação de empreendimentos, especialmente em áreas urbanas, onde há escassez de áreas para construir. Isso torna a etapa de contenção, uma das mais críticas durante a execução de uma obra, ainda mais importante. Vale lembrar que, em função dos riscos que a movimentação de terra envolve, erros de dimensionamento, de projeto e de execução podem ser fatais.

Entre a diversidade de métodos existentes, a opção deve recair pelo mais seguro, com custo compatível. Chegar à melhor opção passa pela análise de algumas variáveis. O engenheiro Luiz Antônio Naresi Júnior, especialista em geotecnia e em fundações da Progeo Engenharia, lista as principais:

- 1) Local e acesso à obra;
- 2) Resultados de ensaios de laboratórios de solos e rochas e interpretação do perfil geológico e geotécnico do terreno por meio de sondagens rotativas;
- 3) Tipo e tamanho dos escorregamentos;
- 4) Estudo do fator de segurança e da estabilidade global do talude ou encosta;

- 5) Fator de risco da segurança contra o colapso ou deslizamento sobre outras estruturas, com risco ao usuário final, seja em edificações, rodovias ou ferrovias;
- 6) Fator técnico-financeiro, estudo de viabilidade da contenção;
- 7) Impactos ambientais e de segurança do trabalho.

Nos últimos anos, em resposta ao surgimento de projetos mais complexos e cronogramas mais enxutos, o segmento de contenção evoluiu. De modo geral, as técnicas vêm sendo aprimoradas, a exemplo das paredes-diafragma. Essa metodologia deu um salto com o avanço de maquinários como as hidrofresas, aposentando gradativamente o clam shell mecânico, convencionalmente utilizado no Brasil desde os anos 1970-80. Assim, sem comprometer a segurança e a velocidade e com relativa redução de ruído, aumentou-se a capacidade e a profundidade das escavações, incluindo a adoção de paredes mais espessas.

A substituição da lama bentonítica por polímeros biodegradáveis como fluido estabilizante tem se firmado como tendência. Diferentemente da lama, os polímeros, por serem biodegradáveis, podem ser descartados em qualquer bota-fora ou até em galerias de águas pluviais desde que não contenham sólidos em suspensão. As empresas também vêm investindo em tecnologias para diminuição do volume de bentonita e de resíduos gerados nas obras. A própria bentonita já pode ser tratada com uso de centrifugação, de sistema filtro prensa, ou ainda de tratamento químico.

Há, ainda, o uso mais intensivo dos geossintéticos em técnicas como a de solo reforçado, para estabilização de cortes em terrenos ou de taludes de aterros. Quando devidamente utilizados, esses materiais podem melhorar a resistência à tração ao solo, compondo sistemas de fácil execução e custo reduzido, em comparação às técnicas mais tradicionais de reforço.

## Conheça os sistemas

### Gabiões

**Descrição:** gabiões são compostos por gaiolas de aço zincado de malha hexagonal e preenchidas com pedras com peso entre 2 kg e 5 kg. É uma das técnicas de contenção mais utilizadas, por ser de fácil execução, ter baixo custo e se integrar bem ao meio ambiente.

Monolíticos, com elevada permeabilidade e boas condições de acomodação em deslocamentos, são usados em muros de contenção, proteção de margens e canalização de córregos. Há três tipologias principais. O gabião caixa, em formato de paralelepípedo, é mais usado como muro. Utilizado para o revestimento das margens e de leitos de cursos d'água, o gabião colchão também tem formato de paralelepípedo, mas pequena espessura. Já o gabião cilíndrico (ou saco) é constituído de um único pano de tela de forma retangular que é enrolado, assumindo a forma cilíndrica. É utilizado em obras emergenciais.



**Aspectos críticos:** seu desempenho relaciona-se diretamente ao cuidado dos operários em organizar as pedras no interior da gaiola. Caso contrário, a quantidade de vazios entre elas pode ser muito grande e tornar o muro mais leve do que previa o projeto. É essencial assegurar que as características de resistência do terreno sejam as consideradas no projeto. Resistência menor que a prevista pode colocar em risco a estabilidade da contenção. É importante, também, que o local de apoio seja previamente preparado e nivelado.

### **Parede-diafragma**

**Descrição:** paredes-diafragma são painéis de concreto, geralmente armado, pré-fabricados ou moldados in loco. Aplicada principalmente em subsolos enterrados, essa técnica é recorrente em centros urbanos, onde a falta de área livre dificulta a execução de outros processos. Construídos a partir de lamelas de até 7 m de comprimento e espessura variando entre 0,45 m e 1,50 m (com profundidades de até 100 m), os painéis são executados por meio do preenchimento de trincheiras escavadas com o uso contínuo de lama bentonítica, cujo papel é estabilizar as paredes de escavação e contrabalançar o empuxo causado pelo lençol freático no terreno. Pode-se, também, utilizar polímeros no lugar da lama.



**Aspectos críticos:** durante a execução, um dos principais riscos é o vazamento entre as juntas de concretagem. "Por mais perfeita que seja feita a parede, ao final da obra podem ocorrer vazamentos que demandam tratamento secundário", comenta o consultor em geotecnia Luiz Antônio Naresi Júnior.

A responsável pela execução deve manter registro completo da cravação de cada painel, em duas vias, sendo uma destinada à fiscalização. Além disso, a concretagem de cada painel deve ser acompanhada para verificação dos volumes efetivos do concreto, em comparação aos volumes previstos. Desta forma, é possível estimar as espessuras efetivas da parede, bem como avaliar a presença de locas ou erosão, devido a eventuais desbarrancamentos.

Com o uso de equipamentos de grande porte e tanques de lama, acomodar toda estrutura necessária para execução da parede-diafragma pode ser um problema em terrenos confinados.

### **Parede atirantada**

**Descrição:** estruturas de concreto armado que trabalham em conjunto com tirantes constituídos por cordoalhas ou por monobarra. A técnica é utilizada principalmente para contenção de encostas e construção de subsolos. Sua aplicação é recomendada para cortes em terrenos com grande carga a ser contida



ou em solo que apresenta pouca resistência. Considerada uma solução bastante cara, normalmente é executada em taludes de 4 m a 20 m de altura. Para vencer a topografia, são feitos cortes nos terrenos, e os taludes resultantes são contidos pelas cortinas atirantadas. É bastante adotada, também, em áreas de deslizamentos e, ainda, em casos de aproveitamento do topo de terrenos acidentados para construção de edificações.

**Aspectos críticos:** a execução deve seguir à risca as orientações do projeto (elaborado com base em sondagens). Um ponto crítico dessas estruturas é a barra de aço, que deve ser protegida com argamassa ou nata de cimento para evitar corrosão e conseqüente rompimento do tirante ou chumbador. A corrosão das cabeças dos tirantes é uma das grandes preocupações em relação à vida útil e desempenho, principalmente em regiões litorâneas. A incorporação do tirante à estrutura só pode ser procedida de forma definitiva após a constatação do bom desempenho da barra por meio de ensaio.

### **Solo armado**

**Descrição:** também conhecida como terra armada, utiliza placas de concreto - também chamadas de escamas -, armaduras e a própria terra como materiais estruturais. As escamas são montadas à medida que a terraplanagem avança. Com isso, ao término do espalhamento e da compactação, tem-se o solo armado finalizado.



A utilização dessa técnica é mais comum em encontros de pontes e viadutos de estradas e ferrovias, ou nos perímetros urbanos, onde os espaços são muito restritos e os prazos de execução das obras bastante curtos. A NBR 9.286 - Terra Armada - Especificação, de 1986, fixa as condições para o projeto e a execução para terrenos reforçados por essa solução.

**Aspectos críticos:** as escamas pré-fabricadas são içadas com auxílio de caminhões tipo "munck", tratores ou guindastes. A primeira linha de placas é, normalmente, montada sobre uma base de concreto (soleira) que cumpre a função de elemento de fundação para o paramento externo. A soleira deve estar apoiada em material resistente como solo compactado ou solo-cimento. Próximo ao paramento é recomendável que a compactação seja executada por meio de placas vibratórias. Recomenda-se, ainda, que o grau de compactação para a execução do aterro seja no mínimo de 95% da densidade aparente seca máxima.

### **Geogrelhas e geossintéticos**

**Descrição:** geossintéticos podem ser aproveitados de várias formas em obras de contenção, contribuindo para adicionar resistência à tração ao solo que, dessa forma, tem mais sustentação para



evitar deslizamentos. O solo envelopado é uma das técnicas mais utilizadas de execução de muros de contenção com geossintéticos. Consiste na inserção de elementos planos de reforço (geogrelhas ou geotêxteis) entre camadas de solo compactado e no envelopamento da face com o próprio material de reforço. Ao permitir utilizar o solo local compactado como elemento estrutural, essa técnica apresenta boa relação custo-benefício em situações de aterro.

**Aspectos críticos:** A exposição a intempéries e ao vandalismo pode prejudicar o desempenho do geossintético. Por isso, é importante assegurar boa proteção ao material. Outro cuidado é com o nível de agressividade do ambiente: em indústrias, aterros ou outros locais com agressividade química acentuada, alguns polímeros podem ter suas propriedades alteradas e o projeto deve considerar isso. O cuidado se aplica também à etapa de armazenamento. Se o geotêxtil for estocado ao ar livre, deve-se cobri-lo com lona preta de polietileno para protegê-lo da ação dos raios UV e de eventual absorção de água. As bobinas devem ser apoiadas em local seco, livre de terra, óleo, solventes e enxurradas. O controle sobre a execução consiste basicamente na verificação de nivelamento, grau de expansão, presença de elementos pontiagudos ou agentes agressivos à integridade da manta, sobreposição transversal mínima, emendas e costuras, além da espessura especificada.

Fontes consultadas: Progeo Engenharia, Costa Fortuna, Terratest, livro "Fundações: Teoria e Prática", ABMS/Abef (Editora Pini)