

Muro de solo grampeado com face em blocos pré-moldados

Saramago, R. P.

Terrae Engenharia, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, robson@terrae.com.br

Mendonça, M. B.

Terrae Engenharia, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, marcos@terrae.com.br

Brugger, P. J.

Terrae Engenharia, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, brugger@terrae.com.br

Ferreira Jr, J. A.

Terrae Engenharia, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, jairo@terrae.com.br

Resumo: O presente trabalho relata a experiência dos autores em projetos e execução de muros de solo grampeado revestidos com face de blocos pré-moldados, principalmente nas cidades do Rio de Janeiro, Niterói e região serrana do Estado do Rio de Janeiro. São apresentados os detalhes do projeto e da técnica construtiva. Apresenta-se, ainda, um breve relato da influência da rigidez da face na distribuição das cargas ao longo dos grampos e as características estéticas desse tipo de face. Finalmente são apresentados diversos casos de obras de solo grampeado onde foram utilizados blocos pré-moldados como elemento de face da estrutura.

Abstract: This paper shows the author's experience on soil nailing design and construction using segmental block facing. The design aspects and construction details are presented. The influence of face stiffness in the tension distribution along the nails is briefly discussed. Some application cases of this conception of soil nailing are presented.

1 INTRODUÇÃO

A técnica de contenção em solo grampeado, que consiste na inclusão de elementos passivos semi-rígidos (grampos) na massa de solo, vem conquistando o mercado no exterior e no Brasil desde a década de 70 por inúmeros motivos: facilidade e rapidez de execução, assim como custo competitivo em relação a outras formas de estabilização.

Em geral utiliza-se como elemento de face concreto projetado com malha metálica. Verifica-se também, em alguns casos, quando da existência de taludes menos íngremes, a utilização de face com revestimento vegetal.

Em regiões urbanas a característica estética de uma face em concreto projetado pode inibir a utilização e disseminação da técnica de solo grampeado. A preocupação com a estética da intervenção passou a ser uma realidade para os projetistas e executores deste tipo de obra.

Sabe-se que a face tem uma função secundária no processo de estabilização do talude. Sua atuação

se restringe, basicamente, a impedir rupturas localizadas e garantir um controle do processo erosivo do terreno localizado junto à face.

A utilização de blocos pré-moldados como elementos de face vem se mostrando um grande aliado para a técnica, pois associam as já conhecidas vantagens, à racionalização do método construtivo e agregam um valor estético à obra, possibilitando diversos desenhos arquitetônicos ou ainda a formação de jardineiras suspensas na face da intervenção.

2 TÉCNICA CONSTRUTIVA

2.1 Concepção da face

A face é constituída de blocos segmentais de concreto, com dimensões de 20cm (altura), 40cm (largura frontal) e 40 cm (largura transversal), obtendo paramentos com declividades tipicamente de 1:10 ou 1:4 (H:V). Dependendo da disposição dos blocos o paramento pode ter uma declividade mais suave. A face de blocos é sempre é construída

de baixo para cima. Entretanto, os grampos podem ser instalados de cima para baixo ou de baixo para cima, neste caso seguindo à seqüência de instalação dos blocos da face. A decisão quanto ao sentido de execução dos grampos, devem ser determinados pelo projetista de acordo com os resultados da uma análise de estabilidade do referido talude. Normalmente quando se faz necessária a execução dos grampos de cima para baixo, esse serviço é executado a medida que se avança o processo de escavação.

Os blocos pré-moldados são instalados por simples justaposição sem utilização de argamassa. Esse processo construtivo do paramento permite uma racionalização do método executivo, dispensando a utilização de concreto, água e energia elétrica.

Não é objetivo deste artigo discutir os demais aspectos de projeto e métodos construtivos acerca do tipo de grampo (diâmetros do furo e da barra), comprimento do grampo e espaçamento entre os mesmos, os quais devem ser determinados por uma análise de estabilidade da estrutura grampeada.

2.2 Preparação da base do muro

Deve ser feita uma cava para a execução da base do muro imediatamente antes do início da obra, dentro da qual são instaladas as primeiras linhas de blocos. O solo da base deve possuir boa capacidade de carga (tensão admissível tipicamente maior que 150 kN/m²), devendo ser evitados aterros não compactados, areias fofas e argilas moles em geral. Esta cava, executada na direção longitudinal ao muro, deve apresentar dimensões de 60 cm de largura por uma profundidade de 25 cm (caso de uma linha de bloco enterrada) ou de 45cm (caso de duas linhas enterradas). No caso de terrenos inclinados no sentido longitudinal do muro, a base deve ser escavada em patamares horizontais com degraus de 20 cm de modo que o muro acompanhe a inclinação do terreno, conforme apresentado na Figura 1.

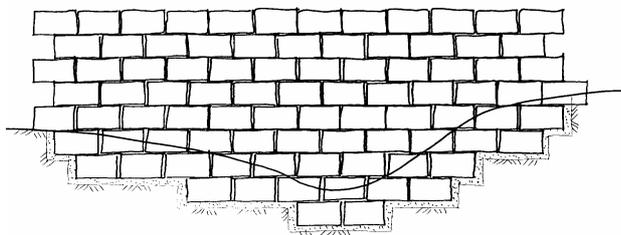


Figura 1 - Vista frontal do terreno natural e da base do muro em camadas niveladas.

O fundo da cava deve ser preenchido com uma camada de aproximadamente 5 cm a 10cm de concreto magro ou argamassa de cimento e areia,

sobre a qual é assentada a primeira linha de blocos. O assentamento deve ser feito diretamente sobre o concreto recém lançado.

2.3 Colocação da primeira linha de blocos

No interior da cava deve ser instalada a primeira linha de blocos, iniciando-se sempre pelo ponto mais baixo do muro. É importante salientar que a correta elevação de todo o muro depende de um perfeito alinhamento e nivelamento da primeira linha de blocos. Para tanto estes devem ser posicionados com o auxílio de linhas niveladas com nível de mangueira e cada bloco deve ser alinhado pelas linhas e nivelado individualmente e em relação aos demais com um nível de bolha comprido (Figura 2). Para muros construídos em curva os alinhamentos devem ser feitos em segmentos de trechos retos menores, sempre nivelados com nível de mangueira e individualmente com nível de bolha.

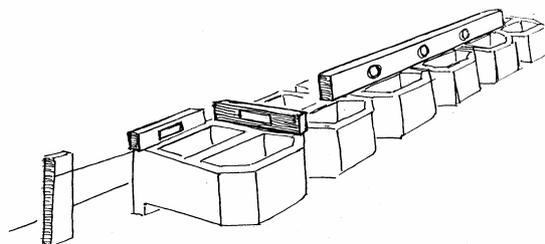


Figura 2 – Posicionamento dos blocos e detalhes de alinhamento e nivelamento.

2.4 Inserção do material drenante

Após a instalação e nivelamento da primeira linha de blocos, os vazios da parte de trás dos blocos (junto ao talude) e um espaço de 10 cm entre o bloco e a parede da cava do lado do talude devem ser preenchidos com brita e areia, respectivamente. O projetista deve avaliar caso a caso se o critério de filtragem está sendo considerado. O processo executivo do paramento em blocos pré-moldados instalados sem a utilização de argamassa dispensa a necessidade de execução de dispositivos de drenagem para a saída de água que incide no tardo do muro.

Em algumas obras específicas, onde a presença de água for maior, o projetista deve detalhar dispositivos específicos de drenagem, como drens profundos.

2.5 Colocação das demais linhas de blocos e inserção dos grampos

Sobre a primeira linha de blocos deve ser instalada a segunda linha de blocos e assim em diante. Os blocos são montados a seco, sem a utilização de argamassa entre eles.

Cada grampo injetado é conectado ao paramento através da inserção de uma dobra da extremidade da barra (comprimento de 20 cm aproximadamente) dentro do bloco. Barras com diâmetro igual ou inferior a 20 mm têm sido dobradas no próprio local da obra. Os vazios na parte de trás dos blocos, onde estão localizadas as extremidades dobradas das barras, são preenchidos com concreto com $f_{ck} \geq 25$ MPa. O espaço entre o fundo dos referidos blocos e a face do talude é também preenchido de concreto, solidarizando o grampo ao bloco.

A figura 3 apresenta um detalhe da dobra nas extremidades dos grampos e inserção das referidas barras nos blocos.

Recomenda-se que as barras de aço sejam dotadas de proteção anticorrosiva através de pintura dupla com tinta epóxi.



Figura 3 – Detalhe executivo do engaste grampo/bloco.

3 DETALHES DE PROJETO.

A figura 4 apresenta um exemplo de seção típica de projeto de solo grampeado com face em blocos pré-moldados.

Salienta-se, como verificado por Ehrlich et al (1996) que a rigidez da face pouco influencia as movimentações da face e as forças axiais mobilizadas no grampo.

No caso dos blocos, por não ser empregado argamassa no assentamento dos mesmos, existe uma flexibilidade relativa das extremidades dos grampos, reduzindo o carregamento junto à face e fazendo com que o ponto de máxima tensão de tração do grampo seja deslocado para o interior da massa de solo reforçado.

Sabe-se que no trecho inferior do muro (pé do muro) em taludes mais verticais, o comprimento de transferência de tensões solo-grampo ao longo da cunha ativa é menor, acarretando um possível acréscimo de tensões junto à face.

Inspecções visuais nas estruturas de contenção de solo grampeado realizadas através do método descrito neste artigo não constataram a existência de trincas na face, evidenciando a não ocorrência de

deformações excessivas, estando assim de acordo com as hipóteses de projeto.

Vale ressaltar que a face de blocos é construída com inclinações típicas de 1:10 e 1:4 (H:V), podendo ser construída com taludes mais abatidos.

A figura 5 apresenta a vista superior típica de um projeto com a utilização de blocos pré-moldados como face.

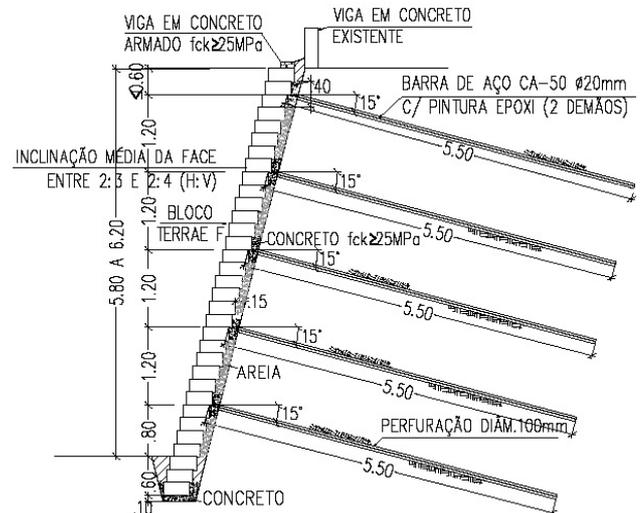


Figura 4 – Exemplo de seção típica de muro de solo grampeado com face em blocos pré-moldados.

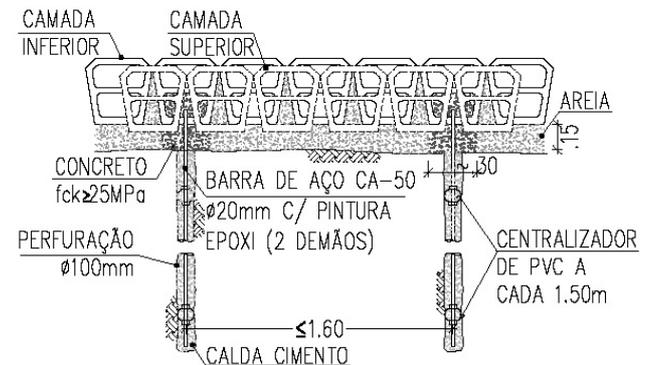


Figura 5 – Vista superior – Detalhe de projeto

Nos cantos do muro os blocos devem ser implantados de forma a produzir abas que evitem a formação de erosões nos trechos laterais. Em geral esses blocos localizados nas abas são preenchidos de concreto (ver figura 6).

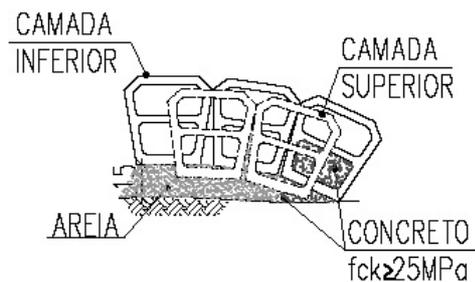


Figura 6 – Detalhe de projeto da “aba” lateral

4 OBRAS



Solo grampeado na Indústria Crown, Paracambi, RJ
Detalhe da Perfutariz e do paramento.



Inserção do grampo injetado (diâmetro 100mm);
barra de aço Diwidag ST50/55 – 32mm.



Solo grampeado no empreendimento Residências do
Bosque, Rua Vereador Duque Estrada, Niterói, RJ.
Altura de 6,0m.



Solo grampeado no Condomínio Grotão, Itaipu,
Niterói, RJ. Altura de 7,0m.



Solo grampeado em Araras, Petrópolis, RJ. Altura
de 5,4m.



Detalhe da perfuração com trado manual.



Corte executado com gabarito.



Concretagem junto ao corte.



Vista de uma obra com grampos concretados.



Concretagem no bloco



Colocação dos blocos acima do grampo e concretagem final.

5 COMENTÁRIOS FINAIS

A técnica de solo grampeado vem se mostrando uma técnica extremamente atraente, seja em função da rapidez e facilidade de execução, como dos custos competitivos em relação a outras soluções.

O uso dos blocos pré-moldados, como elemento de face, incorpora uma nova vantagem, o apelo estético que se dá em função da possibilidade de desenhos arquitetônicos da face mais atraentes ou ainda a formação de jardineiras suspensas na face do muro, propiciando a integração da obra com o meio ambiente.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ehrlich, M., Almeida, M.S.S. e Lima, A.M.L. (1996), Parametric numerical analysis of soil nailing systems. 2nd International Conference on Soil Reinforcement, Fusuoka, Japão, novembro, 747-752.

Terrae Engenharia Geotécnica Ltda (2000) Manual de Instalação de muros de contenção com blocos Terrae, março de 2002 – Rio de Janeiro, Brasil.