SERVIÇOS DE RECOMPOSIÇÃO E ESTABILIZAÇÃO DE TALUDE POR SOLO GRAMPEADO

Rosania Moreira Modesto[(1)]

Engenheira Civil, com especialização em Engenharia Ambiental, atua na Sabesp há 14 anos, na Divisão de Adução Centro.

Endereço: Rua Coronel Diogo, 275 , Jardim da Glória – São Paulo SP – CEP 01545-000 – Brasil – Tel: (11) 5089-2865 – e-mail: rmodesto@sabesp.com.br

Vanessa Rafaelle S. de Lima[(2)]

Estagiária, cursando o curso de Tecnólogo em Obras Hidráulicas e Saneamento Ambiental, atua na Divisão de Adução Centro.

Endereço: Rua Coronel Diogo, 275 , Jardim da Glória – São Paulo SP – CEP 01545-000 – Brasil – Tel: (11) 5089-2865 – e-mail: rmodesto@sabesp.com.br

OBJETIVO

Esse trabalho tem como principal intuito enfatizar a dinâmica e a organização necessária para uma contratação emergencial, bem como apresentar a técnica de contenção de talude, por meio de solo grampeado e estaca raiz.

RESUMO

O presente trabalho visa expor etapas da contratação emergencial, para recomposição e estabilização do talude na área do reservatório Sumaré, e apresentar as metodologias utilizadas para execução dos serviços, orientando dessa forma os interessados da área de saneamento a fazer a melhor escolha quando houver situações de semelhante risco.

A MCCA foi acionada em 11 de Janeiro de 2011, devido ao rompimento do muro de contenção com desmoronamento parcial do talude na área do reservatório Sumaré, devido a grande intensidade de chuvas naquele dia. O sinistro atingiu dois imóveis residenciais que ficaram parcialmente soterrados.

A Sabesp atuou prontamente com o atendimento aos moradores afetados, enquanto a equipe técnica contatava empresas especializadas para avaliar os riscos e apresentar soluções técnicas viáveis de estabilização do maciço.

Considerando as limitações de acesso, equipamento e logística foi definida a melhor alternativa técnica para contenção do talude, sendo estabelecidos dois métodos: o processo de solo grampeado, onde ocorreu o desmoronamento, e o de estaca raiz na superfície não afetada, que faz divisa com outros imóveis residenciais.

PALAVRA CHAVE: estabilização de talude; solo grampeado; concreto projetado

INTRODUÇÃO

O Reservatório Sumaré foi construído por volta de 1944 sua localização, se dá entre as Avenidas Dr. Arnaldo com Avenida Professor Alfonso Bovero, sua capacidade de armazenamento é de aproximadamente 20.000 M^3, divididos entre os dois reservatórios e uma torre, abastece cerca de 150 mil moradores em bairros da região central do município. O mesmo possui em suas dependências ampla área arborizada aberta a população.

Devido às intensas chuvas ocorridas na cidade de São Paulo no dia 11 de Janeiro de 2011, houve insuficiência temporária do sistema de drenagem pluvial com transbordamento das canaletas e infiltração da água no subsolo adjacente ao talude, criando pressões neutras que levaram a súbita ruptura tanto do maciço local como do muro de alvenaria localizado ao fundo do reservatório novo. O muro afetado faz divisa com várias residências da rua Bruxelas e com o colapso duas delas foram atingidas, causando soterramento de parte dos imóveis.

Na noite em que aconteceu o acidente o índice pluviométrico chegou a aproximadamente 70,0 milímetros de chuva no município de São Paulo (dado do Centro de Gerenciamento de Emergências - CGE), e até a data do fato em questão, já havia chovido cerca de 90% do esperado para o mês.

Para avaliar os riscos a que ficaram sujeitas as construções proximas ao local do desmoronamento e propor soluções para estabilização do maciço, bem como a reconstrução do murode divisa, foi contratada consultoria técnica, com a empresa Alphageos Tecnologia Aplicada SA

Diante da necessidade de intervenção rápida, devido ao talude apresentar-se desprotegido, oferecendo risco de novo desmoronamento, optamos pela contratação emergencial deste serviço. Foram contactadas empresas especializadas para vistoria prévia ao local, aguardando o posicionamento do consultor técnico e a definição da metodologia de reparo para elaboração de proposta orçamentária.

O Parecer técnico e planilha preliminar (Relatório Alphageos – AGR 2937) com o dimensionamento dos serviços foi apresentado pelo consultor em 14 de janeiro de 2011 e analisado em conjunto com equipe técnica Sabesp. Nesta mesma data foi disponibilizado a todas empresas contactadas, como parametro para elaboração das propostas orçamentarias.

Local do Serviço

Reservatório Sumaré (Sabesp) - Avenida Doutor Arnaldo com Avenida Professor Alfonso Bovero

Acesso a area do sinistro – Rua Bruxelas números 167



Figura 1 – Local (sem escala)

As figuras a seguir mostram a situação de soterramento dos imóveis após a ocorrência e evidencia a necessidade de intervenção emergencial para contenção do talude que apresenta se quase a prumo, suscetível a novos desmoronamentos face às pressões do solo e continuidade de chuvas desta estação, com risco de atingir outros imóveis.



Figura 2 – talude erodido



Figura 3 – talude e residências atingidas



Figura 4 – vista superior do talude e residências atingidas



Figura 5 – Soterramento dos imóveis



Figura 6 – Residências Atingidas (exterior)



Figura 7 – Residência Atingida (interior)

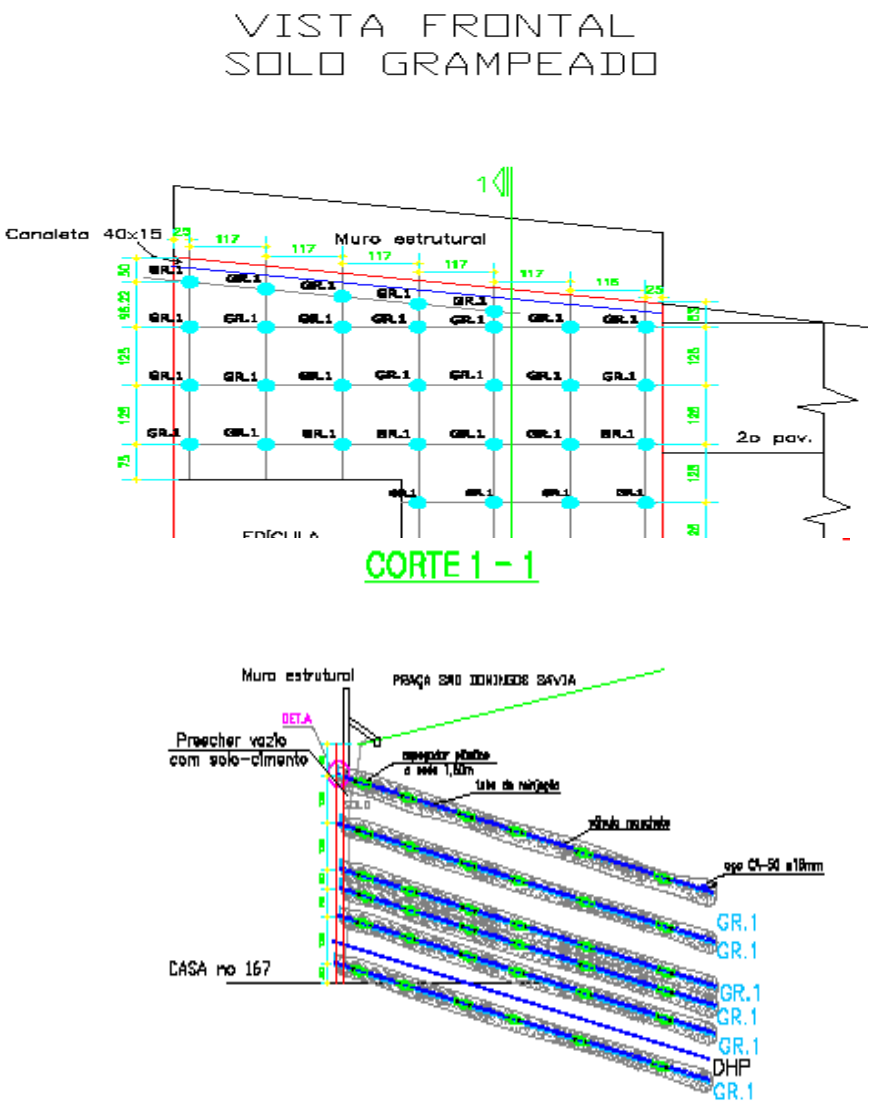
MÉTODOS E MATERIAIS

A escolha da melhor alternativa para o sistema de contenção levou em consideração as características do solo e principalmente as limitações de espaço e acesso ao local do serviço. Foram analisadas duas alternativas viáveis uma por solo grampeado e outra por meio de estacas raiz.

Quanto mais pesados os equipamentos (perfuratrizes para furos de diametro 300mm no caso de estaca raiz) mais complicada seria a logística.

Por essa razão foi dada preferência à solução por meio de solo grampeado para a estabilização do talude, que utiliza perfuratrizes de menor peso, visto que as perfurações do terreno, necessária para instalação dos grampos, são executadas com pequeno diâmetro – 100mm.

Porém o uso de estacas raiz não foi descartado, visto que havia necessidade de empregar medidas preventivas nas áreas que não foram atingidas, mas que ficam próximas ao talude.



Solo Grampeado

Técnica utilizada primordialmente na França no ano de 1972 com o nome de "sol cloué" (Toudic, 1975) e, desde então, tem sido aplicada no Canadá, Alemanha, Estados Unidos, entre outros, já no Brasil essa técnica foi aplicada de maneira intuitiva em São Paulo na década de 70 (dados do site sologrampeado).

Esse método consiste na técnica de reforço de solos no qual se utiliza inclusões semi-rígidas chamadas de grampos, para esse projeto foram dimensionadas barras de aço CA-50ª (Ø= 20mm L= 12m e tratamento anticorrosivo), instaladas no interior das perfurações no solo (Ø=100mm) executados a partir da face do talude com inclinação de 15° voltada para o interior do maciço, a instalação de drenos Sub Horizontais Profundos com 12 metros. Juntamente com esse método foi executada uma cortina de concreto projetada em toda face do talude, com espessura de 18cm e construído muro de alvenaria apenas para acabamento final.

A execução do método do solo grampeado possui algumas vantagens como: a redução do uso de equipamentos para realização da obra, onde os mesmos em sua maioria são de pequeno porte, provocando dessa forma menores níveis de vibração e ruído, auxiliando a realização de obras em locais de difícil acesso. Apresenta também vantagem na seqüência construtiva, pois permite que vários serviços diferentes sejam realizados ao mesmo tempo, ocasionando uma rapidez de execução da obra e redução de perda de material uma vez que a perfuração se dá de forma inclinada.

Os drenos de PVC de diâmetro 50mm com comprimento de 12 metros, foram inseridos através de perfuração e o material filtrante para envolvimento dos mesmos consistiram de partículas limpas de areia, pedregulho ou pedra britada, todos eles isentos de matéria orgânica, ou outros elementos prejudiciais.

Outro procedimento adotado para ajudar na contenção do talude do reservatório Sumaré e que ocorreu após a execução do método de solo grampeado foi a realização de concreto projetado sobre toda a face do mesmo, para tal se utilizou tela de aço do tipo Telcon Q138, dupla na metade inferior e simples na superior, sendo que o concreto aplicado possuía como propriedade 30 Mpa e espessura de 15cm.

Equipamentos

Caminhão, adequado à montagem dos equipamentos e apropriado às condições de tráfego urbano;Macaco hidráulico e bomba para o ensaio de arrancamento; Manômetro; Mangote utilizado na projeção do concreto sobre a armação; Perfuratriz para se fazer os furos das barras e instalação dos drenos; Equipamento de preparação e injeção de argamassa, incluindo misturador, bomba e tubos PVC; Bomba de Projeção;

Especificações do Serviço

Foi instalado barras de aço CA-50A (de diâmetro 20mm, comprimento de 12m com tratamento anti-corrosivo), as perfurações foram de 100mm de diâmetro , realizadas no solo com inclinação de 15° voltada para o interior do maciço.

Os grampos foram dotados de centralizadores com espaçamento de aproximadamente 1,20 metros entre si, e fixados nos furos por meio de injeção de nata de cimento, e tiveram duas fases: 1º preenchimento de bainha por gravidade; 2º (<u>após 12 horas)</u> injeção sob pressão (máxima de 0,5 kgf/cm^2).

O trecho do maciço que apresentou erosão com rompimento do muro foi preenchido com solo cimento de resistência compatível com o solo exposto até o alinhamento da parede de concreto projetada.

A cortina de concreto projetado foi aplicada em toda a face do talude , e o concreto aplicado atendeu a especificação de 30 Mpa, e foi reforçado com tela do tipo Telcon Q138, com espessura de 18cm, a mesma foi solidarizada aos grampos, para tal, antes da aplicação do concreto as cabeças dos grampos foram dobradas e enganchadas à tela do reforço.

O controle do resultado foi realizado por meio de <u>*ensaios de arrancamento*</u> de grampos instalados à parte, especialmente para esta finalidade. O ensaio foi realizado pela empresa Falcão Bauer apresentando resultados satisfatórios.

O concreto projetado foi aplicado pelo processo por via seca, onde os agregados apresentam-se ligeiramente úmidos, com a maior parte da água sendo adicionada no mangote ou no bico de projeção.

Execução do método de Solo Grampeado

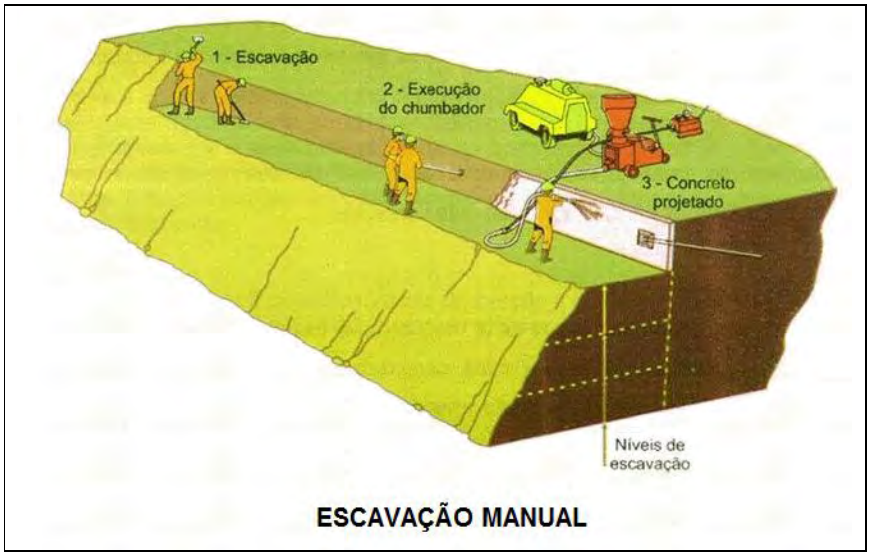


Figura 8 - Etapas da Execução do método Solo Grampeado
Fonte.: www.sologrampeado.com.br

Estaca raiz

As estacas raiz foram desenvolvidas na Itália, no final da década de 50 e tinham como função básica o reforço de fundações (dados adquiridos pelo site engenharia - dispostos da referência bibliográfica).

O método dá-se pela execução de uma estaca concretada no próprio local da obra, a estaca possui alta tensão de trabalho do fuste, onde o mesmo é formado de argamassa de areia e cimento sendo que é completamente armado ao longo do comprimento, a estaca é realizada em direção vertical através de rotação ou rotopercussão e a perfuração é revestida por tubos metálicos.

O furo para execução da estaca raiz é realizado com circulação de água e lama, e após essa perfuração é colocada a armadura ao longo da estaca e efetuada a concretagem do fuste com o recolhimento do tubo de revestimento. A concretagem segue uma linhagem, ocorrendo de baixo para cima, executada com uma pressão controlada, onde a mesma varia em função do terreno.

Existem várias vantagens apresentadas por esse método, dentre as quais a que mais se sobressai é o processo de perfuração, pois não provoca vibrações bem como qualquer tipo de descompressão do terreno.

Segundo o site engenharia, esse método é indicado como: reforço de fundações, fundações de obras com vizinhanças sensíveis a vibrações ou a poluição sonora, ou em terrenos com presença de áreas verdes e para obras de contenção de talude, todos esses requisitos são observados na área do reservatório Sumaré por se tratar de uma área classificada como nobre, muito arborizada, vizinho a imóveis residenciais antigos.

No caso da obra do reservatório Sumaré, as estacas raiz serão distribuídas no terreno que faz divisa com paredes de fundo das casas (rua Bruxelas), criando uma espécie de costura no talude, as cabeças das estacas serão solidarizadas entre si através de uma estrutura de amarração em concreto armado, que servirá de proteção contra eventuais empuxos significativos tanto geostáticos como hidrostáticos.

Equipamentos

Equipamento de perfuração completo, operado por sistema rotativo ou roto-percussivo, dotado de brocas tricones e sapatas de wídia, martelos pneumáticos (de superfície e de fundo), bits para perfuração em rocha, além dos respectivos tubos de aço rosqueáveis; Equipamento de preparação e injeção de argamassa, incluindo misturador, bomba e tubos PVC; Compressores para acionamento dos equipamentos;Macacos hidráulicos para extração de equipamentos do interior do furo.

Execução de Estaca raiz

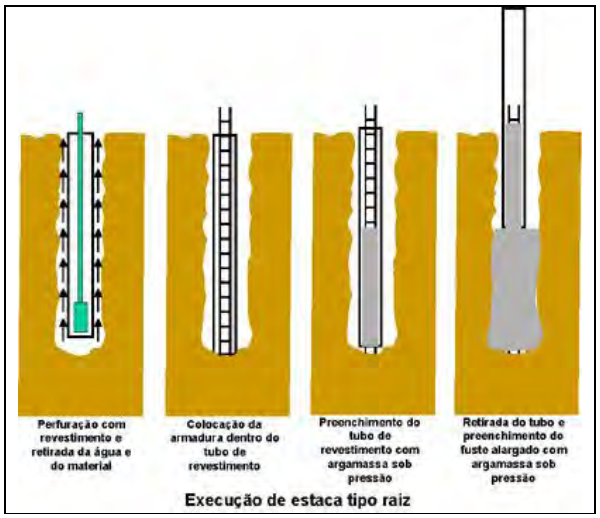


Figura 9 - Execução de Estaca raiz
fonte.:www.uepg.br/denge/aulas/fundacao/estaca_raiz2

EXECUÇÃO DA OBRA- MEMORIAL FOTOGRÁFICO

Materiais Utilizados



Figura 10 – Tela de aço Telcon Q138



Figura 11 – Grampos CA-50 A Ø 20mm

Etapas de Execução dos Serviços



Figura 12 - Instalação dos grampos e drenos (vista frontal)



Figura 13 – Instalação dos grampos e drenos (vista lateral)



Figura 14 – Forma para preenchimento de solo cimento



Figura 15 – caminhão responsável pela projeção de concreto



Figura 16 – Projeção de Concreto



Figura 17 – limpeza após projeção de concreto



Figura 18 – conclusão do concreto projetado



Figura 17 –Muro de Alvenaria

CONCLUSÃO

De um modo geral, todas as contratações em caráter emergencial são sempre de muita complexidade, por isso torna-se imprescindível envolver todo o corpo técnico para análise do caso e se necessário contar também com o suporte de consultoria externa, a fim de buscar as soluções tecnicamente melhores e mais viáveis, evitando o risco de se escolher alternativas que em vez de serem mitigadoras se tornem agravantes. Sempre que possível é interessante incluir na contratação o detalhamento do projeto executivo e levantamento de dados complementares mesmo que após o início dos serviços.

Esse acontecimento alerta a todos os profissionais, principalmente das áreas operacionais, a observarem de maneira criteriosa a manutenção de suas instalações civis, que na maioria das vezes são construções antigas que sofrem desgaste relacionados à intempéries, altos índices pluviométricos e o desgaste natural dos materiais.

Os dois métodos escolhidos são eficientes na estabilização do talude, o serviço esta ocorrendo de maneira tranqüila e sem maiores transtornos principalmente a população vizinha, embora um dos imóveis atingidos esteja vazio e servindo de acesso para a execução dos serviços.

Neste caso, o dimensionamento preliminar dos serviços foi confirmado após a investigação das características geológicas identificadas nas sondagens realizadas durante a execução obra.

AGRADECIMENTOS

Sr. Antonio Ribeiro Junior

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

1. Acervo de documentos e imagens da Divisão de Adução Centro
2. Tese de Mestrado (autor.: Fagner Alexandre Nunes de França- Escola de Engenharia São Carlos)
3. Parecer Técnico – Empresa Alphageos

Sites

1. site.: Instituto Nacional de Metereologia

2. site.: “O Estadão”

3. site.: www.uepg.br/denge/aulas/fundacao

4. site.: www.sitengenharia.com.br/fundacaoraiz

5. site.: www.sologrampeado.com.br/psg-sistema