

PARQUE DE ESTACIONAMENTO DE LAGOS

1 - Características gerais da obra

Ano: 2009

Localização: Luanda, Angola

Tipo: Contenção CSM ancorada

Altura máxima: 6 m – Perímetro: 530 m – Área: 6335 m²

Terreno: Aterros, areias e calcarenito

Dono de Obra: Futurlagos ; Projetista: A400 ; Executante: Geo-Rumo, S.A.

2 - Principais objetivos

No panorama da geotecnia em geral e, particularmente, no âmbito das técnicas de melhoramento de solos, as exigências passam cada vez mais por encontrar soluções que, sendo técnica e economicamente viáveis, causem o menor impacto ambiental possível. A utilização dos solos como material de construção através da sua mistura *in situ* com agentes estabilizadores tem vindo a ser alvo de intensificação e de diversificação ao longo do tempo, tendo-se desenvolvido técnicas inovadoras e versáteis na tentativa de encontrar soluções cada vez mais sustentáveis. Neste contexto, apresenta-se a técnica de *Cutter Soil Mixing* (CSM) que tem por base a utilização do próprio solo como material de construção através da sua desagregação e mistura com calda de cimento, com recurso a uma hidofresa, formando painéis de solo tratado com geometria perfeitamente conhecida em profundidade.

O caso desta obra consiste na estrutura de suporte das escavações para um parque de estacionamento, localizado na frente ribeirinha da cidade de Lagos, junto ao canal de acesso à marina, na proximidade direta de arruamentos, do edifício do Tribunal de Lagos e da muralha da Fortaleza de Lagos.

3 - Condicionamentos de ordem geológica e geotécnica

No âmbito da caracterização geológico-geotécnica dos terrenos interessados pela obra, efetuaram-se 12 furos de sondagem à rotação acompanhados de ensaios SPT, ensaios de bombagem e recuperação e ensaios laboratoriais. Estes ensaios revelaram uma grande heterogeneidade relativamente à compacidade e às próprias características do terreno dentro do mesmo estrato.

Definiram-se duas zonas geotécnicas distintas. A superior com depósitos de aterro até uma profundidade de cerca de 6 m, constituída por areias finas a grossas, com conchas, fragmentos rochosos (calcários) e seixos muito soltos a compactos. A zona inferior é composta essencialmente por calcarenito, que se desagrega em areia com argila, com graus de alteração variáveis entre medianamente alterado (W3) e decomposto (W5).

4 - Descrição da solução adotada

Face aos condicionalismos existentes, optou-se por uma cortina de contenção periférica impermeável executada com a técnica de CSM, reforçada com perfis metálicos verticais e associada a um nível de ancoragens provisórias no topo.

A cortina de contenção, com 0,60 m de espessura, foi executada sequencialmente por painéis primários e secundários com 2,40 m de comprimento e uma sobreposição de 0,20 m, tendo-se realizado no total 262 painéis de CSM. Os painéis foram reforçados com perfis metálicos verticais IPE 330 afastados de 0,70 m. A disposição dos perfis metálicos na secção foi efetuada de forma a otimizar o momento fletor resistente colocando-os o mais próximo possível da face de escavação, onde as tensões de tração são máximas. Para garantir a solidarização dos perfis metálicos e permitir a aplicação do pré-esforço nas ancoragens, executou-se uma viga de coroamento no topo da cortina. Ao longo do perímetro da escavação foram executadas 196 ancoragens provisórias, com um afastamento entre si de 2,50 m e pré-esforço médio de 600 kN. Em fase definitiva executou-se uma parede de betão armado a partir da base de escavação, betonada contra a parede de CSM.

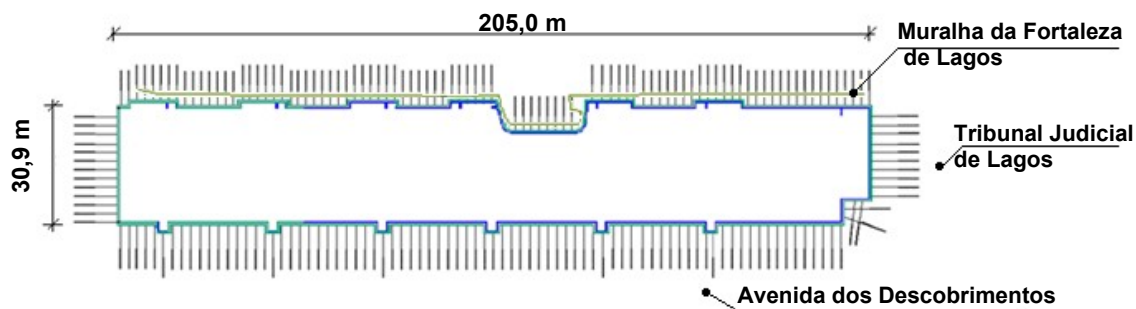


Figura 1 – Planta esquemática da solução adotada

5 - Principais aspetos da obra

Ao longo das várias fases de escavação, a função de impermeabilização da cortina foi garantida, verificando-se que a passagem de água do exterior para o interior da escavação através da parede de CSM foi totalmente impedida. Com o avanço da escavação verificou-se, como era esperado, a entrada de água pelo seu fundo através dos calcarenitos, o que foi controlado através da instalação do sistema provisório de drenagem. Executaram-se 14 poços de bombagem interligados por uma malha de drenos, distribuídos ao longo da área de escavação. A instalação dos poços foi efetuada gradualmente à medida que a escavação foi avançando, de acordo com o volume de água a extrair. Este sistema foi desativado em fase definitiva, uma vez que a estrutura contemplou uma laje de fundo estanque.



Figura 2 – Vista geral da escavação



Figura 3 – Pormenor da face dos painéis CSM



Figura 4 – Regularização do fundo de escavação e aplicação do betão de limpeza

O plano de observação estabelecido teve como objetivo permitir a medição dos deslocamentos horizontais da parede, dos deslocamentos verticais da parede e da muralha adjacente e dos esforços nas ancoragens ao longo das várias fases construtivas. Os equipamentos de monitorização implementados foram 5 inclinómetros colocados a 0,15 m do tardo da cortina, 5 células de carga nas cabeças de ancoragens e 17 alvos topográficos instalados na viga de coroamento e no alinhamento da muralha.

Os deslocamentos horizontais obtidos foram globalmente pequenos em todas as fases de execução e inferiores aos valores definidos como limite de alerta, tendo os valores máximos sido registados após a escavação até aos 6 m de profundidade. O deslocamento horizontal máximo no sentido do maciço não escavado foi de 16 mm e o deslocamento horizontal máximo no sentido da escavação foi de 3 mm.

Verificou-se que após a operação de pré-esforço ter-se-á atingido o valor mínimo da força na ancoragem e, com o avanço da escavação, terá havido um ligeiro aumento da força até à sua estabilização para uma profundidade de escavação entre os 3 m e os 6 m. Estes resultados estão, aliás, coerentes com os deslocamentos horizontais observados no topo da cortina, uma vez que, após as operações de pré-esforço, o deslocamento no topo da cortina se processou no sentido do maciço não escavado, o que faz com que a força na ancoragem tenda, naturalmente, a diminuir.

Relativamente às leituras efetuadas através dos alvos topográficos, obtiveram-se deslocamentos verticais da parede dentro de valores satisfatórios, tendo-se registado um assentamento máximo de 9 mm, no alinhamento junto à muralha.

REFERÊNCIAS

- Clough, G. W. & O'Rourke, T. D. (1990). Construction induced movements of insitu walls. *ASCE Geotechnical Special Publication No. 25, Design and Performance of Earth Retaining Structures*, Cornell University, Ithaca, pp. 439-445.
- GEO-RUMO (2008). Futurlagos – Parque de estacionamento da Frente Ribeirinha de Lagos. *Relatório geológico e geotécnico*. Geo-Rumo, Tecnologia de Fundações, S.A., Braga.
- Gerressen, F. W.; Schopf, M. & Stotzer, E (2009). CSM – Cutter Soil Mixing – Worldwide experiences of a young soil mixing method. *Proceedings of International Symposium on Deep Mixing & Admixture Stabilization*, Okinawa, Japan.
- Lopez, R. A., Majewski, A. & Harvey, T. (2009). Permanent excavation support in urban areas using cutter soil mixing technology: Elliott Avenue case history. *Proceedings of International Foundation Congress and Equipment Expo, Contemporary Topics in Ground Modification, Problem Soils, and Geo-Support*, *Geotechnical Special Publication No. 187*, ASCE, Orlando, Florida, pp. 185-192.
- Sousa, E. (2009). A Técnica de Cutter Soil Mixing Aplicada a Escavações Urbanas. Aspectos Gerais e Caso de Estudo. Tese de Mestrado Integrado em Engenharia Civil, FEUP, p. 182