

**TERRAÇOS DA BARRA
ESCAVAÇÃO E CONTENÇÃO PERIFÉRICA, FUNDAÇÃO INDIRECTA E
ESTABILIZAÇÃO DA ENCOSTA**

**TERRAÇOS DA BARRA
ESCAVATION AND PERIPHERIC RETAINING WALL, DEEP FOUNDATIONS AND
SLOP STABILITY**

João Durão, Tecnasol FGE - Fundações e Geotecnia, S. A., jdurao@tecnasol-fge.pt
Nuno Silva, Tecnasol FGE - Fundações e Geotecnia, S. A., nsilva@tecnasol-fge.pt
Alexandre Pinto, Tecnasol FGE - Fundações e Geotecnia, S. A., apinto@tecnasol-fge.pt
Gonçalo Oliveira, Tecnasol FGE - Fundações e Geotecnia, S. A., goliveira@tecnasol-fge.pt
José Fonseca, Tecnasol FGE - Fundações e Geotecnia, S. A., jfonseca@tecnasol-fge.pt

RESUMO

Nesta comunicação descrevem-se os principais critérios de concepção e execução da escavação e contenção periférica, fundação indirecta e estabilização da encosta da Quinta de São Mateus, localizada no Alto de Santa Catarina no Dafundo, e integradas na construção do empreendimento designado por “Terraços da Barra”. Esta encosta é constituída por formações areníticas e margosas de idade miocénica, bastante alteradas e muito descomprimidas na zona superficial do maciço, e que por saturação têm originado um longo historial de escorregamentos na encosta. A obra de contenção periférica agora realizada, foi executada por recurso à tecnologia de construção de cortinas de estacas ancoradas, a fundação indirecta foi executada por recurso a estacas, e a estabilização da encosta foi realizada por recurso à construção de muros ancorados e de uma outra cortina de estacas também ancorada. A realização de um Plano de Prospecção Geológica e Geotécnica Complementar permitiu caracterizar melhor o cenário geológico-geotécnico e identificar a causa que parece estar na origem dos escorregamentos superficiais da encosta, e a implementação de um Plano de Instrumentação e Observação veio permitir a análise e controlo do comportamento das estruturas de contenção e da estabilidade da encosta durante a realização dos trabalhos, e ao logo da vida útil da estrutura.

ABSTRACT

The aim of this paper is to present the main design and execution criteria related with the excavation, retaining structures, foundations and slope stability solutions, adopted at the Quinta de São Mateus hill, located at the Alto de Santa Catarina, Dafundo - Oeiras, over the Tagus river delta right bank. The works were performed for the housing complex, named “Terraços da Barra”. From the geological point of view the excavated and stabilized hill is formed Miocene soils, mainly sandstones and marls, very weathered at its surface, which had lead in last years to several surfacing stability problems. In this complex scenario it is pointed out the importance of the initial extensive geological and geotechnical investigation, as well as the importance of the adopted monitoring and survey plan, which allowed the control of both the hill and the retaining structures behavior, during the excavation works and mainly in the future after the completion of all the works.

1. INTRODUÇÃO

A Tecnasol-FGE iniciou, em Janeiro de 2001, os estudos de concepção e execução da escavação e contenção periférica, fundação indirecta e estabilização da encosta da Quinta de São Mateus, localizada no Alto de Santa Catarina no Dafundo, e integrados na construção do empreendimento designado por “Terraços da Barra”.

Esta encosta localiza-se, ver *figura 1*, entre o Dafundo e a Cruz-Quebrada, e desenvolve-se entre a Rua Sacadura Cabral, disposta a Sul, e as ruas Dr. Archer de Lima e Mata de São Mateus, posicionadas na crista do talude natural que forma a encosta. Altimétricamente, o talude desenvolve-se entre a cota de coroamento do muro que ladeia o arruamento inferior, 10.0m, e as cotas de crista, correspondentes aos arruamentos superiores, onde se encontram valores de 58.0m para o primeiro arruamento referido, e um valor variável, entre 56.0m a 58.0m, para o restante arruamento. Em planta, esta encosta apresenta um desenvolvimento longitudinal da ordem dos 400.0m e, transversalmente, um valor de cerca de 90.0m. Nesta direcção, as inclinações da encosta apresentam valores bastante variáveis e compreendidos entre 35° e 40°, estando esta variabilidade mais concentrada na zona superior do talude, e a maior inclinação localizada na zona mais próxima da Cruz Quebrada.



Figura 1 - Vista aérea da Quinta de São Mateus.

Esta encosta é constituída por formações areníticas e margosas de idade miocénica bastante alteradas e muito descomprimidas na zona superficial do maciço, e sobre as quais assentam depósitos de vertente, constituídos por solos silto-argilosos, que por saturação têm originado um longo historial de escorregamentos na encosta. O material destes escorregamentos tem, por diversas vezes, galgado o muro lateral à rua Sacadura Cabral, provocando o seu estrangulamento e pondo em perigo vidas e bens que circulam no arruamento. Assim, não são de estranhar as preocupações manifestadas, em relatório [1], pelo Laboratório Nacional de Engenharia Civil, datado de Abril de 1996, e parecer urbanístico da Câmara Municipal de Oeiras [2], datado de Julho de 1999, onde se dá ênfase à necessidade de estabilização definitiva da encosta, e se condiciona a aprovação do loteamento urbanístico à realização de obras de estabilização da encosta.

O projecto imobiliário designado por Terraços da Barra, ver *figura 2*, vem urbanizar esta encosta através da construção de 88 apartamentos para habitação, distribuídos por 12 lotes posicionados no topo da encosta, e dispostos em socalcos de duas fiadas de seis lotes. Ao nível da fiada superior está ainda prevista a construção de mais dois lotes com utilizações diferenciadas, um para instalação de serviços, e o outro, para a criação de estruturas de lazer.

Os acessos à urbanização serão realizados, no caso dos lotes superiores, por utilização da rua Dr. Archer de Lima e da rua da Mata de São Mateus, e no caso dos lotes inferiores, pelo prolongamento da rua Joseph Bleck, localizada sensivelmente a meia encosta. Para o espaço

localizado entre as duas fiadas de lotes, e para a cobertura dos lotes inferiores, está prevista a criação de espaços verdes, e recreativos, de utilização privada dos condóminos da urbanização.

Por observação da *figura 2*, verifica-se que a construção dos lotes, e o prolongamento da rua Joseph Bleck, apenas ocupam uma parte da área total da encosta. Para a restante área, a Câmara Municipal de Oeiras solicitou, ao promotor imobiliário, a criação de espaços verdes para posterior utilização pública, ficando este incumbido da criação de todas as condições de segurança necessárias à estabilização desta parte da encosta.



Figura 2 - Loteamento e perspectiva da Urbanização “Terraços da Barra”.

Foi então neste enquadramento que o promotor imobiliário solicitou à Tecnasol-FGE a elaboração de um projecto, e a execução da respectiva obra, que englobasse a contenção dos taludes periféricos, e de tardo, resultantes das escavações necessárias à construção dos lotes, a sua fundação indirecta, e a estabilização da zona da encosta, exterior à zona de loteamento, e com prevista utilização pública. A obra de contenção periférica foi realizada por recurso à tecnologia de construção de cortinas de estacas ancoradas, a fundação indirecta foi executada por recurso à construção de estacas, e a estabilização da encosta por recurso à construção de muros ancorados, e de uma outra cortina de estacas também ancorada.

Por sugestão da Tecnasol-FGE, e previamente à elaboração do projecto, foi realizado um Plano de Prospecção Geológica e Geotécnica, complementar do já existente, e que permitiu caracterizar melhor o cenário geológico-geotécnico e identificar a causa que parece estar na origem dos escorregamentos da encosta.

A implementação e definição de um Plano de Instrumentação e Observação veio ainda criar condições para a análise e controlo do comportamento da estrutura de contenção, e de estabilidade da encosta, quer durante os trabalhos de escavação, quer ao logo da sua vida útil.

2. CONDICIONAMENTOS

2.1 Condicionamentos relativos à ocupação das zonas envolventes

O recinto da escavação é delimitado, na quase totalidade do seu perímetro, por arruamentos e alguns edifícios. Desta forma, a solução projectada teve por objectivo a minimização das interferências e perturbações nas ocupações descritas, garantindo a sua integridade, habitabilidade e acessibilidade em condições de segurança durante, e após, a execução dos trabalhos. Atendendo a que a solução projectada contempla a adopção de ancoragens definitivas, houve então a preocupação de, na sua definição geométrica, não ocupar terrenos exteriores aos da encosta. Esta necessidade teve apenas uma excepção com a ocupação da zona dos arruamentos superiores, rua Dr. Archer de Lima e rua da Mata de São Mateus, após

autorização da Câmara Municipal de Oeiras. Esta situação ocorre em toda a extensão da contenção dos lotes superiores, e resulta numa implantação dos mesmos demasiado próxima dos arruamentos superiores.

2.2 Condicionamentos de ordem geológico-geotécnica

No âmbito do reconhecimento geológico-geotécnico complementar, proposto e realizado pela “Tecnasol-FGE, Fundações e Geotecnia S.A.”, executaram-se diversos furos de sondagem verticais, com recurso a sonda rotativa e recolha contínua de amostragem. Durante a realização das sondagens foram efectuados ensaios de penetração dinâmica SPT. De acordo com o este estudo, e a partir da superfície, ver *figura 3*, foram individualizadas as seguintes zonas geotécnicas:

ZG4: Zona superficial constituída por aterros e depósitos de cobertura de natureza argilosa. Os aterros apresentam uma natureza essencialmente argilosa e, por vezes, com blocos de calcário. Os depósitos de cobertura são também de natureza argilosa, embora apresentem por vezes uma componente arenosa. Os aterros dispõem-se com espessuras que variam entre 1.50m e 3.00m, podendo os depósitos de cobertura subjacentes atingir profundidades de 2.00m a 6.00m. Os resultados dos ensaios S.P.T. revelam, para esta zona, valores compreendidos entre 5 e 20 pancadas;

ZG3: Esta zona dispõe-se subjacentemente à zona ZG4, e corresponde às formações miocénicas de natureza argilosa (“Argilas dos Prazeres”), ligeiramente margosa ou argilo-siltosa, cujos resultados do ensaio S.P.T. revelam valores entre 26 e 60 pancadas. Estes resultados indicam que, relativamente às formações miocénicas, estas encontram-se mais descomprimidas. Nesta zona foi ainda incluída a bancada de calcário detectada no topo da encosta, que se encontra muito alterada (W4) e com fractura muito próximas (F5-4).

ZG2: Esta zona é representada pelas formações miocénicas com resultados do ensaio S.P.T. superiores a 60 pancadas, e é constituída por argilas margosas e margas com intercalações de calcários margosos.

ZG1: Esta zona foi definida para as formações do Neocretácico, correspondentes às formações do Complexo Vulcânico de Lisboa. No presente caso são representadas litologicamente por basaltos e tufos, e ocorrem subjacentemente às formações miocénicas, a cotas que variam entre 12.50m e 20.0m. Os basaltos apresentam-se com diferentes graus de alteração (W5 a W3/4) e com fracturas muito próximas (F4-5) preenchidas por calcíticos. Os tufos são de natureza argilosa com componente calcítica e encontram-se medianamente a muito alterados (W3/4).

Complementarmente às sondagens realizadas, e por forma a determinar as características hidrológicas do local, instalaram-se piezómetros de tubo aberto em algumas das sondagens. Os resultados obtidos revelaram a existência de dois níveis de água distintos, um localizado a 8.20m de profundidade, e outro a 17.50m de profundidade. É nossa convicção que o nível de água superior se encontra relacionado com a circulação de água na bancada de calcário superior, localizada junto à crista do talude (zona ZG3), e o nível mais profundo, ao localizar-se no estrato de basalto inferior (ZG1), é indicador de uma independência entre eles. Assim, e enquanto a água presente na bancada de calcário superior poderá estar relacionada com um escoamento superficial que vai abastecer as formações superficiais da encosta (ZG4 e ZG3), a

água que ocorre na bancada inferior de basaltos deverá resultar da presença de nível freático relacionado com a proximidade do Rio Tejo.

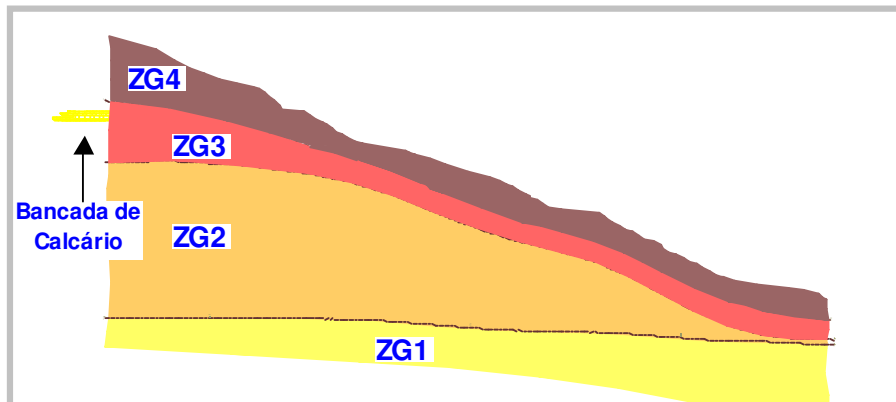


Figura 3 - Perfil Geológico-Geotécnico representativo da Encosta.

Em nosso entender, este abastecimento de água às camadas mais superficiais da encosta, deverá ser uma das principais causas de instabilidade que frequentemente ocorre nesta encosta. A instabilidade deverá ocorrer devido à saturação do solo destas camadas, originando e justificando a natureza essencialmente superficial dos escorregamentos ocorridos.

3. SOLUÇÃO PROPOSTA

3.1 Contenção Periférica

A solução de contenção periférica dos taludes que resultaram da escavação para a construção dos lotes da urbanização, é constituída por duas cortinas de estacas ancoradas com caracter definitivo. Estas cortinas foram executadas no tardo dos edifícios dos lotes inferiores (lotes 1 a 6), e superiores (lotes 7 a 13), ver *figura 2 e 4*, e têm um desenvolvimento em planta que acompanha toda a disposição dos mesmos.

As duas cortinas tem um funcionamento independente da estrutura dos edifícios, pelo que não haverá transferência de impulsos entre o paramento da contenção e a estrutura dos edifícios. Esta independência foi conseguida à custa da construção de uma galeria técnica de separação entre as cortinas de estacas e a estrutura dos lotes, evitando qualquer contacto, e permitindo aligeirar a estrutura e fundação dos lotes. A criação desta galeria teve como justificação fundamental a necessidade de criar um acesso, independente das habitações, às cortinas de contenção. Este acesso permitirá realizar todos os trabalhos de inspeção, de leitura da instrumentação instalada e, caso venha a justificar-se, de todos os trabalhos de reparação e reforço da contenção.

A execução das estacas das cortinas foi realizada a partir de plataformas de trabalho, criadas para o efeito, e realizadas às cotas de intersecção da cortina com o talude natural. Assim, e devida à implantação arquitectónica dos lotes na encosta, com cotas finais de arranjo exterior de tardo superiores às do topo das estacas realizadas a partir das plataformas de trabalho, houve necessidade de vencer esta diferença altimétrica através da construção de muros de suporte em consola, apoiados na viga de coroamento de cada cortina de estacas.

Ambas as cortinas são constituídas por estacas de betão armado, com 0.80m de diâmetro, e um afastamento de 1.50m entre eixos, perfazendo um número total de 483 estacas. Tendo em conta a implantação altimétrica dos lotes, e a imposição da condição de penetração de um

comprimento mínimo de 3 diâmetros em terrenos da zona geotécnica ZG2, o comprimento total de cada estaca foi bastante variado. Contudo, e em termos médios, pode indicar-se um comprimento de 15.0m, para as estacas da cortina inferior, e 14.0m para as estacas da cortina superior.

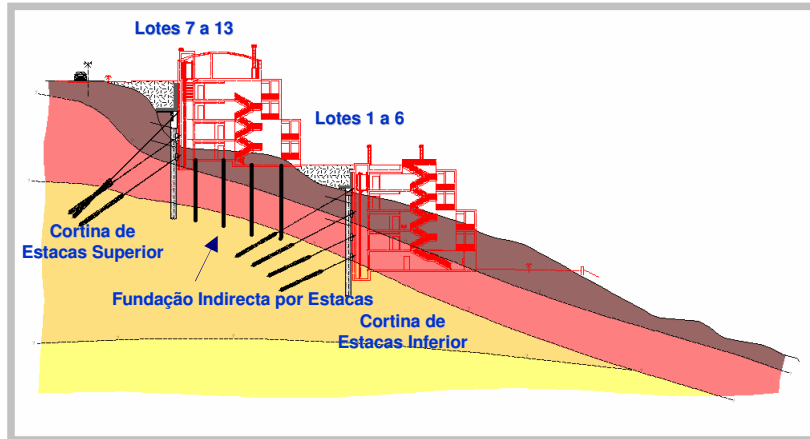


Figura 4 - Implantação altimétrica da contenção e fundação indirecta por estacas.



Figura 5 - Vistas das cortinas superior e inferior realizadas.

De modo a equilibrar os impulsos actuantes no paramento de cada cortina, e a introduzir na encosta, factores de estabilidade local e global, realizaram-se 810 ancoragens definitivas, afastadas de 3.0m e perfazendo um total de 15870.0m de comprimento total executado. A carga de serviço destas ancoragens definida para a cortina superior é de 700kN, e para a cortina inferior, é de 600kN. O incremento de carga das ancoragens da cortina superior ficou a dever-se à necessidade de aumentar a sua inclinação, em resultado de haver apenas permissão para a ocupação dos terrenos subjacentes aos arruamentos da crista da encosta.

Nesta cortina foram executados 3 e 4 níveis de ancoragens, consoante a altura de escavação correspondesse a 12.0m ou a 14.0m. O primeiro nível realizou-se directamente sobre a viga de coroamento e com uma inclinação de 45°, para nos restante, se adoptar uma inclinação de 35°, e uma disposição em quincôncio de um nível relativamente ao anterior. O bolbo de selagem foi realizado em terrenos da zona ZG2, e com um comprimento de 8.0m em todas as ancoragens. O seu comprimento total variou então em função do nível das ancoragens, iniciando-se com 22.0m no nível superior, e decrescendo de 2.0m com a redução da cota das ancoragens de cada nível.

Na cortina inferior, e atendendo a que a altura de escavação ronda os 16.0m, foram realizados 4 níveis de ancoragens com inclinações de 35° para o nível superior, e uma redução acumulativa de 5°, relativamente ao nível anterior, na sequência de realização dos restantes níveis. O bolbo de selagem foi realizado em terrenos da zona ZG2, e com um comprimento de 7.0m em todas as ancoragens. O seu comprimento total variou então em função do nível da ancoragem, iniciando-se com 20.0m no nível superior, e decrescendo de 3.0m na sequência de realização dos dois níveis seguintes, para terminar, no último nível, com 12.0m de comprimento total.

Para as vigas de coroamento considerou-se uma secção de 0.90m de largura, e uma altura de 1.00m, para a cortina inferior, e de 1.30m para a cortina superior. Para as vigas de distribuição da força das ancoragens dos restantes níveis, adoptou-se uma viga de 0.40m de largura e 1.00m de altura. Todas as vigas foram executadas em betão armado, e a sua ligação às estacas reforçada por realização de ferrolhos em armadura ordinária.

Tendo presente que o afastamento entre eixos de estacas origina um afastamento livre entre faces de estacas de 0.70m, então, e por forma a evitar desprendimentos de terreno nestas zonas, aplicou-se um revestimento a betão projectado, ver *figura 6*, com 8.0cm de espessura mínima (4.0cm+4.0cm), armado com Malhasol AQ30 e aferrelhoado às estacas, perfazendo um total de 5000m².



Figura 6 - Vista da fase de projecção de betão por via húmida.

De acordo com o referido no capítulo 2, nas camadas superiores do terreno poderá acontecer a presença de alguma quantidade de água resultante do abastecimento efectuado pela bancada de calcário superior, pelo que, quer para a cortina de estacas, quer para os muros de betão armado localizados no coroamento da cortina, foram previstos sistemas para a sua drenagem e encaminhamento para a rede pública. A drenagem da cortina será conseguida à custa da execução de bueiros e geodrenos em tubo crepinado envolto em manta geotextil de 300g/m² e a drenagem dos muros de coroamento, através da colocação de telas drenantes no tardo dos muros.

3.2 Fundação Indirecta

Em resultado da implantação altimétrica dos lotes, definida no projecto de arquitectura, ver *figura 4*, verificou-se que ao nível dos pisos térreos, os lotes superiores (lotes 7 a 13) se inseriam nos terrenos da zona geotécnica 3 (ZG3) e, os lotes inferiores, ao nível da zona geotécnica 2 (ZG2). Atendendo às diferentes características geomecânicas dos terrenos em questão, executou-se a fundação dos lotes superiores de forma indirecta por realização de

estacas, e a dos lotes inferiores, directamente por execução sapatas. Todos estes elementos de fundação foram interligados por vigas de fundação com disposição em malha ortogonal.

Foram realizadas 275 estacas em betão armado, com diâmetros de 0.60m e 0.80m, e uma disposição em planta que corresponde, em geral, a uma estaca por pilar. A profundidade destes elementos foi definida em função de uma penetração de 3 diâmetros em terrenos da zona geotécnica 2, podendo dizer-se que em termos médios, o comprimento final de cada estaca rondou os 9.50m.

Na concepção desta solução de fundações, consideraram-se ainda maciços e vigas de fundação em betão armado, com disposição em planta de malha ortogonal. Refira-se ainda, que sobre as vigas de fundação apoia a laje de piso térreo, concebida de forma a criar uma caixa de ar que permita, a toda a rede de serviços e drenagem, um fácil atravessamento dos lotes, e uma também fácil, inspecção e manutenção dos mesmos.

3.3 Estabilização da Encosta

A estabilização da encosta, nas zonas exteriores à construção dos lotes, ver *figuras 7 e 8*, foi realizada à custa do seu reperfilamento, da construção de muros ancorados definitivamente, da drenagem e realização de uma hidrosementeira.

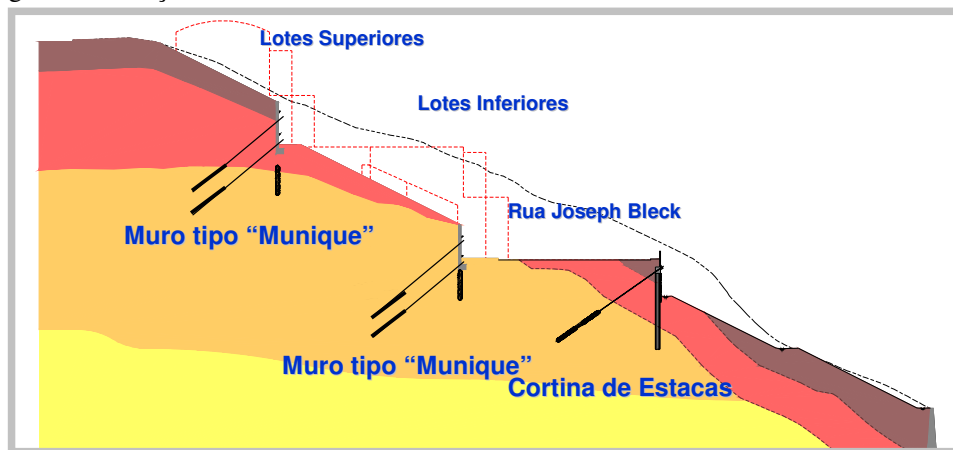


Figura 7 - Reperfilamento e implantação dos muros de estabilização da encosta.



Figura 8 - Vista do reperfilamento e muros de estabilização da encosta.

Com o reperfilamento, procurou dotar-se o talude de configurações mais estáveis e remover os terrenos mais descomprimidos das camadas superiores. Neste reperfilamento foram criadas banquetas que permitiram a colocação de caeiras de drenagem das águas de escorrência

superficial dos taludes, com posterior encaminhamento para a rede geral de esgoto pluvial, evitando a sua infiltração superficial nos terrenos, e conseqüente deterioração e instabilização.

A realização deste reperfilamento, e a necessidade de introduzir na encosta factores externos de estabilidade, obrigaram à realização de 3 muros ancorados, dois por recurso à tecnologia tipo Munique, e um outro, materializado por uma cortina de estacas. Estas soluções construtivas justificaram-se devido à necessidade de evitar sobre-escavações numa encosta já de si pouco estável. Os muros tipo Munique executaram-se no prolongamento dos lotes superiores e inferiores, e a cortina de estacas na parte terminal do prolongamento da rua Joshef Bleck.

Por forma a proteger a superfície dos taludes, resultantes do reperfilamento, dos fenómenos de erosão associados às condições climáticas, foi já semeada uma hidrosementeira, que após crescimento adequado, constituirá uma barreira de protecção contra estes fenómenos e diminuirá a velocidade de escoamento das águas de escorrência superficial, diminuindo de forma drástica o arrastamento dos finos presentes no terreno constituinte dos taludes.

4. PLANO DE INSTRUMENTAÇÃO E OBSERVAÇÃO

4.1 Objectivos

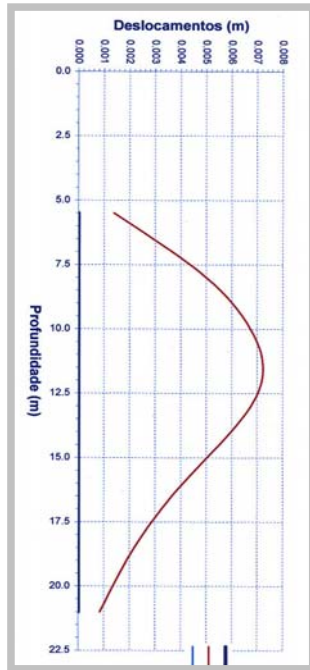
Com a definição de um Plano de Instrumentação e Observação pretendeu dotar-se a obra, face ao seu carácter definitivo, ao contexto geológico-geotécnico em que se insere e à sua importância e dimensão, de um mecanismo de controle proactivo e sistemático que permita monitorizar, em qualquer instante, o comportamento da contenção periférica, e da encosta, de modo a validar as hipóteses e os modelos de cálculos adoptados em fase de projecto, e a definir a necessidade, e o tipo de medidas intervenção a implementar de modo a gerir as aleatoriedades e os imprevistos de curto, e longo prazo, com o objectivo de garantir os níveis segurança exigíveis a obras deste tipo.

4.2 Instrumentos instalados e grandezas a medir

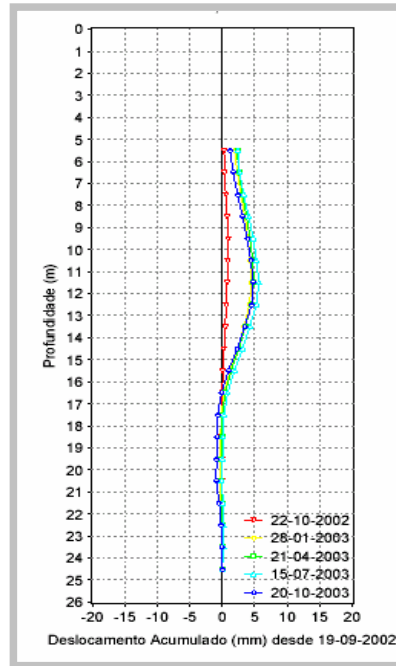
De acordo com a prática corrente em obras de contenção periférica definitiva e de estabilização de taludes, com recurso à adopção de ancoragens com carácter definitivo, foram instalados inclinómetros e células de carga de modo a avaliar, respectivamente, as deformações da contenção e evolução da carga aplicada nas ancoragens ao longo da sua vida útil.

No que se refere à obra de contenção periférica realizada no tardo dos lotes inferiores e superiores, foram instalados cinco inclinómetros em cada cortina de estacas, e duas ou três células de carga, por cada inclinómetro, respectivamente para a cortina superior e inferior. Estas células de carga foram aplicadas às ancoragens de maior proximidade aos inclinómetros, o que permitiu definir perfis de comportamento da contenção, ver *figuras 9 e 10*, com registos de deformação que poderá ser associada à variação de carga nas ancoragens.

A construção destes perfis fornecerá uma ferramenta de análise indispensável à manutenção e conservação da contenção, permitindo aferir o comportamento previsto em projecto, e definir medidas de intervenção caso venham a revelar-se necessárias. Esta metodologia foi também implementada nos muros ancorados de estabilização da encosta, tendo-se aplicado um inclinómetro e uma célula de carga em cada muro tipo Munique, e dois inclinómetros e células de carga na cortina de estacas localizadas no prolongamento da rua Joseph Bleck.



a) Resultados de cálculo



b) Resultados do Inclinómetro

Figura 9 – Deformações da cortina: resultados de cálculo versus resultados do inclinómetro.

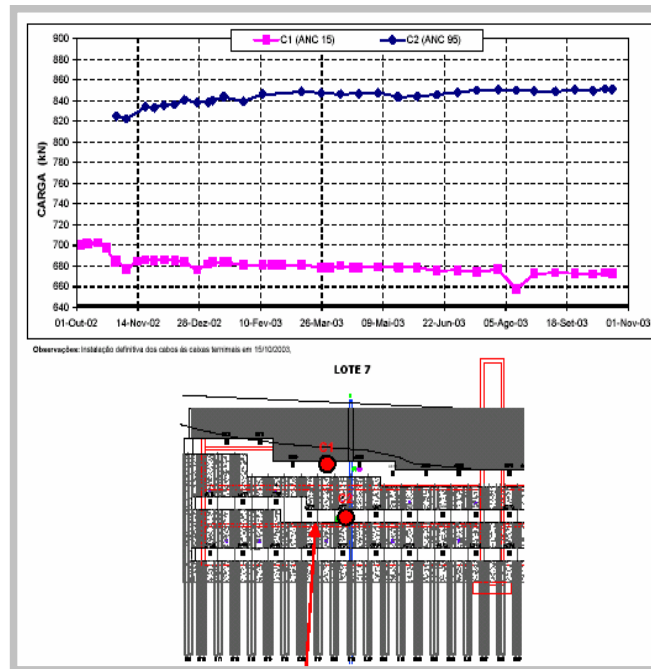


Figura 10 – Resultados das leituras de duas células de carga dispostas junto ao inclinómetro.

Na restante zona da encosta onde não foram executados muros ancorados, foram ainda aplicados mais inclinómetros com o objectivo de aferir o comportamento da encosta e, caso venha a revelar-se necessário, definir medidas adicionais de estabilização.

4.3 Características e montagem dos aparelhos

4.3.1 Células de carga das ancoragens

As células de carga instaladas nas ancoragens são eléctricas e foram aplicadas após a execução de um ensaio de recepção detalhado na ancoragem respectiva, sendo ligadas a um cabo eléctrico que será conduzido até caixa terminal onde se realizarão as leituras. Os troços de cabo eléctrico instalados foram entubados em tubo PVC com diâmetro VD25.

4.3.2 Inclínómetros

As calhas inclinométricas, colocadas no interior das estacas e paramentos dos muros de coroamento, foram instaladas no interior de tubos metálicos (negativos) previamente montados na armadura das estacas e durante a construção dos muros de coroamento.

O tubo metálico tem um diâmetro interior de 4" para permitir a selagem da calha inclinométrica no seu interior. O preenchimento entre as paredes do tubo e as calhas foi realizado com calda de cimento. Na boca de cada calha, e como medida de protecção, foi colocada uma caixa com tampa metálica.

As calhas inclinométricas permitem a passagem de um sensor deslizante (torpedo) dotado de pontos de referência (roletes) espaçados de 0,5 ou 1,00 m. Este torpedo contém dois sensores do tipo servo-acelerómetros montados com desfasamento de 90° (graus). Uma vez posicionado no interior da calha, a profundidade a que se encontra o torpedo é controlada por uma escala graduada de 0,50 m e impressa no próprio cabo eléctrico que liga o torpedo à caixa de leituras à superfície. O resultado obtido em cada leitura será a distância na horizontal entre os roletes de referência. Com este valor, para cada profundidade instrumentada será possível construir um gráfico profundidade/deslocamento horizontal das calhas em qualquer das duas direcções ortogonais.

4.4 Frequência das leituras

A periodicidade de leitura dos instrumentos instalados, durante a execução da escavação, foi essencialmente semanal, tendo-se realizando leituras adicionais sempre que a evolução da obra o recomendasse e em simultâneo com uma mudança de actividade. Após a conclusão da obra, e durante a construção da estrutura dos lotes, a periodicidade passou a ser mensal, mas condicionada à evolução dos resultados.

No que se refere à periodicidade destas leituras nos primeiros cinco anos, posteriores à conclusão da obra, está definida uma periodicidade mínima semestral. Após esta data, a periodicidade poderá, à partida, passar a anual, devendo estes intervalos de tempo ser confirmados em função dos resultados entretanto obtidos.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conforme prática corrente em intervenções com a complexidade geológica e geotécnica da presente, todos os pressupostos considerados na concepção e previsão do comportamento, deverão ser confirmados durante a vida útil da estruturas instaladas. Esta confirmação deverá resultar duma análise e interpretação permanentes dos resultados obtidos através da instrumentação instalada, e por observação, inspecção e manutenção das referidas estruturas. Caso algum dos pressupostos admitidos, e em resultado dos procedimentos atrás descritos,

venha a revelar-se pouco realista, deverá ser averiguado o seu impacto na segurança da obra e zonas envolventes, devendo ser efectuadas as necessárias revisões ao projecto, e implementadas todas as medidas que se considerem adequadas à manutenção das condições de segurança.

Neste âmbito, destaca-se a importância da implementação do plano de instrumentação e observação proposto, e em particular a realização de campanhas de leituras nas células de carga das ancoragens e nos inclinómetros, de forma a verificar eventuais variações da carga de pós-esforço instalada nestes elementos e de deformações da contenção e da encosta. Estas campanhas permitirão, se necessário, a implementação atempada de medidas que possam assegurar a execução e manutenção da contenção em condições de segurança e economia, não podendo deixar de destacar-se as vantagens que, nesta matéria, a galeria técnica projectada introduz.

6. AGRADECIMENTOS

Uma obra com a dimensão e multi-disciplinaridade da presente, envolve sempre a colaboração de diferentes intervenientes, dependendo o sucesso da sua realização, da colaboração, do empenho e da excelente articulação entre estes elementos. Assim, e quando tal acontece, estão de parabéns todos os seus intervenientes, com particular destaque para as equipas de projecto, geotecnia, comercial, produção e instrumentação da Tecnasol-FGE.

No entanto, só a excelente atitude profissional, clareza de objectivos e coordenação exemplar protagonizadas pela equipa promotora deste empreendimento, a Imobiliária Edifer, possibilitou alcançar com sucesso os objectivos a que se propôs. Neste particular, deve destacar-se o contributo individual dos Eng^{os} Juma Ashif e Manuel Poças, e do Sr. Paulo Lobato

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Como referências bibliográficas devem referir-se:

- [1] - Relatório do Laboratório Nacional de Engenharia Civil, elaborado pelo Eng^o Maranh das Neves em Abril de 1996, e realizado para a Câmara Municipal de Oeiras;
- [2] – Parecer de Loteamento para a Quinta de São Mateus/Dafundo, elaborado em Julho de 1999.