

**HOSPITAL DOS MARMELEIROS - CONSTRUÇÃO DE PARQUE DE
ESTACIONAMENTO: PROSPEÇÃO GEOTÉCNICA**

PLANO DE PROSPEÇÃO GEOTÉCNICA

INTRODUÇÃO

Com vista ao desenvolvimento do projeto de execução do estacionamento coberto do Hospital dos Marmeleiros no Monte, foi elaborado um plano de trabalhos de prospeção geotécnica, com vista ao reconhecimento, quer do maciço de fundação, quer de eventuais superfícies de instabilização que possam ter existido no talude, tendo em vista permitir desta forma, o estudo da solução que possa ser considerada mais viável e económica para a execução desta obra.

Na elaboração deste plano de prospeção geotécnica teve-se em atenção as informações obtidas durante os reconhecimentos geológicos de superfície, assim como o conhecimento adquirido no acompanhamento de outras obras em formações com características semelhantes.

Os tipos de trabalhos de reconhecimento programados e as quantidades de trabalho estimadas foram estabelecidos de acordo com a complexidade da obra prevista, bem como dos condicionamentos geológico-geotécnicos ocorrentes, bem como ainda, do historial de pequenas instabilizações, que já ocorreram no local, e que levaram a que fosse necessário proceder à remoção de uma parte das terras que se encontrava nesta encosta.

A zona em estudo, situa-se numa zona alta da cidade do Funchal, mais propriamente na freguesia do Monte, na zona adjacente ao Hospital dos Marmeleiros. O limite superior da área a intervir é constituído pela plataforma que se situa à frente deste hospital, compreendida entre aproximadamente as cotas 451,00/452,00 m (que corresponde ao estacionamento atual), enquanto o limite inferior, é feito pela estrada regional ER 103, que se situa entre cerca das cotas 438,00/422,50 m. A extensão total desta zona é de cerca de 100 a 110 m de extensão.

O ambiente geológico vulcânico, caracteriza-se por um maciço vulcânico relativamente homogéneo, constituído predominantemente por tufos vulcânicos. Sobre estas formações ocorrem quase sempre aterros de natureza mais heterogénea, quase sempre lançados sobre as vertentes, provenientes das escavações para a materialização de plataformas para as construções.

Os condicionamentos referidos, obrigam a prever um plano de prospeção geotécnica com recurso à utilização de trabalhos de prospeção geotécnica especiais, de modo a permitir estabelecer, o dispositivo geológico-geotécnico ocorrente ao longo da área a estudar.

CONDIÇÕES DE EXECUÇÃO DOS TRABALHOS A REALIZAR

CONSIDERAÇÕES GERAIS

Todos os trabalhos de prospeção previstos deverão ser executados procurando atender ao definido na Norma Europeia EN 1997-2:2007 (Eurocódigo 7: Projeto Geotécnico - Parte 3: Projeto Assistido por Ensaio de Campo), mesmo quando sejam indicadas neste documento outras normas ou especificações nacionais ou internacionais.

ESTALEIRO

Além da execução dos trabalhos previstos o Adjudicatário terá a seu cargo:

- a mobilização e desmobilização do estaleiro, assim como a respetiva mudança de local sempre que necessário;
- a implantação rigorosa dos trabalhos de prospeção a partir da planta de localização (Desenho 1), antes do início dos trabalhos. A alteração da localização dos trabalhos de prospeção só poderá ser efetuada com a autorização do Dono de Obra.
- a obtenção de autorizações dos proprietários dos terrenos para a realização dos trabalhos de prospeção;
- a abertura e manutenção de acessos a todos os locais de trabalho;
- a deslocação dos equipamentos para locais especiais de difícil acesso;
- a criação de plataforma(s) de trabalho e quaisquer outras eventuais obras provisórias necessárias à instalação do equipamento, tendo em vista a execução dos trabalhos de prospeção;
- instalações gerais, alojamento e transporte para o pessoal;
- o transporte, manutenção e exploração dos equipamentos;
- a obtenção e distribuição de energia, bombagem de água e seu transporte e armazenamento;
- o acondicionamento das amostras em segurança e a coberto do tempo e respetivo transporte para estaleiro ou para o laboratório, devendo facilitar, durante a execução da obra, a observação das amostras, sempre que solicitada pela Fiscalização;
- a execução de marcos de betão, para a referência das sondagens e ensaios realizados, os quais serão fundados cerca de 0,2 m abaixo da superfície do terreno, terão uma altura mínima de 0,5 m acima do terreno e levarão inscrita a referência da sondagem ou do ensaio, de maneira indelével;

- indenizações devidas a terceiros pela constituição de servidões provisórias ou pela ocupação temporária de terrenos particulares necessários à execução da empreitada;
- a reparação e indenização de todos os prejuízos que, por motivos imputáveis ao Adjudicatário e que não resultem da própria empreitada, sejam sofridos por terceiros.

SONDAGENS MECÂNICAS DE FURAÇÃO À ROTAÇÃO

2.1.1. Condições de execução

Prevê-se nesta fase a execução de 9 sondagens mecânicas de furação à rotação com um comprimento total da ordem dos 180 m. Estima-se que a profundidade a atingir pelas sondagens não seja superior a 25 m.

Com as sondagens a realizar pretende-se a obter informações sobre a espessura e características dos diferentes terrenos que irão ser intersectados, bem como, as características mecânicas do maciço vulcânico onde se prevê que venham a ser fundados quer o edifício, quer as estruturas de contenção associadas a este.

Nas sondagens deverá obter-se uma amostragem com recuperação, tanto quanto possível, integral dos terrenos atravessados. Sempre que as características de compacidade e/ou consistência dos terrenos o permitam, deverão ser executados ensaios de penetração dinâmica SPT. Em algumas das sondagens, serão colhidas amostras indeformadas para a realização de ensaios de identificação, cuja localização será definida posteriormente, em função dos resultados que se forem obtendo.

A sonda rotativa a utilizar deverá possuir várias velocidades de rotação e um dispositivo que permita controlar a pressão da coroa. O equipamento de furação (amostrador, coroa, etc.) deverá ser adaptado ao tipo de terreno a furar de maneira a permitir uma boa percentagem de recuperação.

Deverão ser utilizados os tubos de aço de diâmetro apropriado para não restringir ou dificultar as operações consequentes previstas para a sondagem. Os diâmetros de furação deverão ser os mais apropriados para o tipo de formações a atravessar, permitindo a amostragem nas melhores condições. Os diâmetros iniciais e intermédios, devem ser escolhidos de acordo com as profundidades requeridas para as sondagens de modo a que o diâmetro final não seja inferior a 76 mm. O diâmetro inicial não deve ser inferior a 101 mm.

As distâncias entre manobras não deverão exceder 1,5 m. A velocidade de rotação, a pressão sobre a coroa, a injeção de água e as manobras de avanço deverão ser reduzidas ao mínimo para que os testemunhos não sejam destruídos.

Os furos serão entubados nos terrenos de cobertura (aterros e/ou depósitos de vertente), ou sempre que necessário, para garantir a estabilidade dos furos. No fim da furação e à medida que seja permitido ou exigido a preparação dos furos para o objetivo a que se destinam, deverá fazer-se a recuperação do entubamento.

Na realização das sondagens será utilizada água clara. A reciclagem de água de furação será permitida desde que seja passada por um tanque de decantação.

Consideram-se incluídos nos preços de furação a utilização dos tubos, a sua colocação e remoção, não tendo o Adjudicatário qualquer direito a compensação pelo encravamento definitivo ou deterioração do entubamento.

As sondagens a realizar só poderão ser dadas por concluídas, quando for intersetado o maciço vulcânico abaixo da cota 445,5 m (que corresponde à cota da laje do piso -2), e se obtiver uma penetração mínima de cerca de 6 m em rocha compacta, ou em alternativa, se obtiver pelo menos, cinco ensaios de penetração dinâmica SPT consecutivos de 60 pancadas, também no maciço vulcânico no caso de este ser constituído por tufos. Em qualquer destas situações, as sondagens nunca poderão ser dadas por concluídas, acima desta cota 445,5 m, mesmo que algum destes critérios seja verificado.

A medição do nível da água em cada sondagem deverá ser cuidadosamente efetuada de forma a se obter a posição e variação do nível freático. O nível de água será medido durante a execução da sondagem, no princípio e no fim de cada dia de trabalho, por meio de sonda apropriada. O Adjudicatário deverá registar nas “partes diárias” todas as perdas de água parciais ou totais e indicar a cor da água de circulação que sai à boca da sondagem.

2.1.2. Acondicionamento da amostragem

A recolha, assim como o manuseamento e a proteção das amostras a serem conduzidas a ensaios de laboratório deverão ser efetuadas de acordo com o definido na especificação LNEC E 218-1968.

A amostragem obtida será, em princípio, contínua, pelo que as sondas deverão ser equipadas com amostrador de parede dupla. Toleram-se, porém, perdas de testemunhos até 5% em cada metro de furação. Percentagens inferiores de recuperação só são aceitáveis se esta encontrar justificação na natureza geológica do terreno.

As amostras serão objeto de cuidados particulares. Imediatamente após a extração, serão colocadas em caixas apropriadas, sendo seguidas de um separador, que se fixará à caixa, no qual se deverá escrever na secção

superior, de modo legível e indelével, a profundidade atingida pela sonda. As caixas deverão ser preenchidas de modo a que resulte um mínimo de vazios.

A mesma profundidade deve também ser referenciada, do mesmo modo, na travessa esquerda da calha em que é depositada a amostra. Referências homólogas podem, por vezes, não coincidir, quando o tarolo se tiver partido acima da profundidade atingida pela furação.

A fragmentação das amostras só é permitida para a sua conveniente arrumação nas caixas. Sempre que for necessário fazê-lo, o sondador deverá anotar tal procedimento na “parte diária”.

Durante a execução das sondagens as caixas da amostragem serão arrumadas em arrecadação própria fornecida pelo Adjudicatário e no final dos trabalhos serão entregues ao Dono da Obra no local que este indicar, ou, não havendo outra indicação, ficarão armazenadas em instalações do Adjudicatário durante, pelo menos, um ano.

2.1.3. Identificação da amostragem

As caixas deverão ser fornecidas pelo Adjudicatário e de manipulação fácil, que permitam o registo fotográfico da amostragem. Na identificação das referidas caixas deverá constar, sobre a tampa:

- nome da obra;
- empreiteiro;
- data;
- referência da sondagem;
- número da caixa, no conjunto da sondagem;
- profundidade em que se inicia e termina a amostragem na caixa.

Num dos topos da caixa será indicado o número da sondagem e os limites de profundidade para permitir uma identificação imediata no armazém.

2.1.4. Critérios a utilizar na classificação da amostragem

Os critérios a utilizar na classificação da amostragem são os seguintes:

- Escalas:
 - Profundidade e comprimento das diferentes manobras efetuadas;
 - Profundidades das formações intercetadas;

- Geologia:

- Descrição litológica (das diferentes formações geológicas atravessadas);
- Unidade geológica (com a respetiva simbologia);

- Índices de qualidade:

- Recuperação de tarolo em percentagem;
- RQD em % (em que na percentagem de recuperação apenas são considerados comprimentos de tarolos iguais ou superiores a 10 cm);
- Índice de fracturação (número de fraturas por metro de furação medido ao longo de qualquer comprimento arbitrário tomado geralmente com o comprimento de manobra; contudo, se houver uma variação brusca na frequência de fracturação para a mesma manobra o índice de fracturação deverá ser calculado para cada zona de fracturação separadamente);

· Alteração

Deverão utilizar-se os seguintes estados de alteração de acordo com os critérios definidos pela ISRM (Sociedade Internacional de Mecânica das Rochas):

Símbolo		Designações	Características
W ₁	W ₁₋₂	Sã	Sem quaisquer sinais de alteração
W ₂		Pouco alterada	Sinais de alteração apenas nas imediações das descontinuidades
W ₃	W ₃	Medianamente alterada	Alteração visível em todo o maciço rochoso, mas a rocha não é friável
W ₄	W ₄₋₅	Muito alterada	Alteração visível em todo o maciço rochoso e a rocha é parcialmente friável
W ₅		Decomposta	O maciço apresenta-se completamente friável, com comportamento de solo

· Fracturação

Deverá utilizar-se o critério generalizado baseado no espaçamento entre fraturas que se apresenta no quadro seguinte:

Intervalo (cm)	Símbolo		Designações	
>200	F ₁	F ₁₋₂	Muito afastadas	Afastadas
60 a 200	F ₂		Afastadas	
20 a 60	F ₃	F ₃	Medianamente afastadas	Medianamente afastadas
6 a 20	F ₄	F ₄₋₅	Próximas	Próximas
<6	F ₅		Muito próximas	

- Ensaios de penetração dinâmica SPT;
- Posição e variação do nível freático;
- Dados de furação:
 - Tipo de furação;
 - Diâmetro da furação;
 - Tempo de avanço (para troços de 20 cm);
 - Quedas bruscas da ferramenta.

Para cada sondagem deverá ser elaborado um diagrama individual com indicação de:

- tipo de ferramenta utilizada, diâmetro de furação e diâmetro do revestimento, velocidade de avanço, quedas bruscas da ferramenta, manobras e respectivas profundidades;
- litologia (descrição e simbologia) das camadas atravessadas, percentagem de recuperação, RQD, índice de fracturação, estado de alteração (W), estado de fracturação (F) com indicação de abertura e tipo de enchimento;
- posição e variações do nível freático;
- profundidades da realização de ensaios in situ;
- profundidades de colheita de amostras para a realização de ensaios de laboratório.

2.1.5. Fotografias da amostragem

Após a conclusão de cada sondagem, a respetiva amostragem deve ser fotografada em cada uma das caixas, separadamente. Deverá utilizar-se um padrão colorido, presente em cada fotografia, a fim de aferir a fidelidade de reprodução ou detetar eventuais alterações de cor da amostra.

Cada caixa deve ser fotografada com a respetiva identificação. As fotografias deverão constar do relatório final. Deverá ser fornecido o seu suporte informático.

2.1.6. Ensaios de penetração dinâmica (Standard Penetration Test – SPT)

Deverão ser realizados em todas as sondagens, sempre que a compacidade e/ou consistência dos terrenos atravessados o permita, a partir do 1 m de profundidade, com espaçamento de 1,5 m ou sempre que se verifiquem mudanças de litologia.

O furo de sondagem deve estar limpo, não perturbado à cota de ensaio e sem um gradiente de pressão hidráulica ascendente.

Quando se utilizar tubos de revestimento no furo de sondagem, este não deve ser introduzido abaixo do nível a que o ensaio se irá realizar.

Neste ensaio de penetração dinâmica é anotado o número de pancadas (N) correspondente à penetração inicial de 15 cm (1ª fase), seguindo-se o registo do número de pancadas correspondente à cravação dos 30 cm seguintes (2ª fase). Os resultados obtidos nos ensaios SPT, que corresponderão aos obtidos na 2ª fase, permitirão classificar os terrenos quanto à consistência e/ou compacidade. O ensaio deverá ser interrompido sempre que em alguma das fases se atinja N de 60 pancadas. Nesse caso, anotar-se-á a penetração correspondente.

Na apresentação dos resultados destes ensaios deverão ser indicados os valores do número de pancadas N corrigido obtidos em cada fase, devem ser registados no gráfico das sondagens às profundidades correspondentes, com representação gráfica.

Quaisquer dificuldades ou anomalias verificadas, como por exemplo a presença de calhaus, deverão ser registadas nas “partes diárias”.

As amostras colhidas deverão ser acondicionadas em caixas cilíndricas de plástico, devidamente referenciadas, com as respetivas tampas isoladas com fita autocolante de características estanques.

2.1.7. Relatório Final

Será entregue semanalmente ao Dono de Obra uma cópia das partes diárias dos trabalhos de prospeção realizados.

Estes elementos serão elaborados com pormenor indispensável à compreensão de todos os trabalhos devendo ser indicados todos os procedimentos e observações, bem como as condições de execução do trabalho nomeadamente dificuldades e acidentes.

O relatório final deverá incluir:

-descrição do equipamento e metodologia utilizada na realização dos trabalhos;

- resultados do reconhecimento geológico de superfície;
- enquadramento geológico geral da zona em estudo;
- caracterização das formações atravessadas;
- levantamento topográfico de todos os trabalhos de prospeção e localização em planta a fornecer pela
Fiscalização, com indicação das coordenadas M e P, da cota z e da profundidade de execução;
- diagramas individuais das sondagens e dos ensaios *in-situ*;
- boletins dos ensaios de laboratório;
- fotografias da amostragem obtida.
-

Os gráficos dos trabalhos de prospeção deverão ser entregues à apreciação do Dono de Obra após a sua conclusão. A versão final destes gráficos será elaborada após aprovação do Dono de Obra.

ENSAIOS DE LABORATÓRIO

2.1.8. Amostras de solos

Sobre as amostras “indeformadas” colhidas nas sondagens da formação de tufos vulcânicos, serão realizados 4 ensaios de identificação:

- Análises granulométricas por peneiração e sedimentação (especificação LNEC E 196-1966);
- Limites de consistência (LL e LP) (norma NP-143 de 1969);
- Teor em água natural (norma NP-84 de 1969).

Com estes ensaios procurar-se-á obter uma caracterização mais pormenorizada da formação dos tufos vulcânicos que ocorre no local, nomeadamente no que se refere às suas características granulométricas e de plasticidade tendo em vista a fundamentação das soluções a projetar.