Oz, L.da

Diagnóstico, Levantamento e Controlo de Qualidade em Estruturas e Fundações

"SONDAGENS GEOLÓGICAS E GEOTÉCNICAS NO LOTEAMENTO DO RIO SECO EM LISBOA"

RELATÓRIO FINAL

Processo Nº.: 1 849/01

Trabalho realizado a pedido de

SANTA CASA DA MISERICÓRDIA DE LISBOA

Lisboa, Abril de 2017

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO 4

2. METODOLOGIA UTILIZADA 5
   2.1 ENQUADRAMENTO 5
   2.2 TRABALHOS REALIZADOS 5

3. LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA 6

4. ENQUADRAMENTO GEOLÓGICO 8

5. ENQUADRAMENTO GEOMORFOLÓGICO 9

6. ENQUADRAMENTO HIDROGEOLÓGICO 10

7. NEOTECTÓNICA, SISMICIDADE E CLIMATOLOGIA 12
   7.1 NEOTECTÓNICA REGIONAL 12
   7.2 ANÁLISE DA SISMICIDADE 13
   7.3 CLIMATOLOGIA 17

8. TRABALHOS REALIZADOS 19
   8.1 SONDAGENS 19
      8.1.1 Critérios utilizados na classificação das sondagens 20
   8.2 ENSAIOS IN SITU 22
      8.2.1 Ensaios de penetração dinâmica (SPT) 22
      8.2.2 Ensaios de permeabilidade *Lefranc* 25
   8.3 ENSAIOS LABORATORIAIS 28
      8.3.1 Ensaios sobre amostras de solos 28
      8.3.2 Ensaios complementares sobre amostras de rochas 29
      8.3.1 Ensaios sobre amostras de água 31
   8.4 INSTALAÇÃO DE INSTRUMENTAÇÃO 31
      8.4.1 Piezómetros 31

9. RESULTADOS OBTIDOS 33
   9.1 SONDAGENS 33
   9.2 ENSAIOS DE LABORATÓRIO 36
      9.2.1 Ensaios sobre amostras de solos 36
      9.2.2 Ensaios complementares sobre amostras de rochas 36
      9.2.3 Ensaios sobre amostras de água 38

10. CONSIDERAÇÕES TÉCNICAS 39
   10.1 CONSIDERAÇÕES GEOTÉCNICAS 39
   10.2 PARÂMETROS GEOTÉCNICOS 39
   10.3 DECAPAGEM E SANEAMENTO 41
   10.4 ESCAVABILIDADE E INCLINAÇÃO DOS TALUDES 42
   10.5 APLICABILIDADE DE SOLOS / ROCHA DE ESCAVAÇÃO 43

11. CONSIDERAÇÕES GERAIS DE FUNDAÇÃO 44

FICHA TÉCNICA DO PROCESSO 47
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 48

Anexos

Anexo I

Boletins individuais de sondagem

Anexo II

Boletins individuais dos ensaios *Lefranc*

Anexo III

Boletins individuais dos ensaios de laboratório

Anexo IV

Des. N.º 1 PLANTA GEOLÓGICA – GEOTÉCNICA
CORTES GEOLÓGICO – GEOTÉCNICOS

"SONDAGENS GEOLÓGICAS E GEOTÉCNICAS NO LOTEAMENTO DO RIO SECO EM LISBOA"

RELATÓRIO FINAL

1. INTRODUÇÃO

O serviço em título, cometido à Oz pela SCML – Santa Casa da Misericórdia de Lisboa, visou o reconhecimento geológico e geotécnico dos terrenos interessados pelo projeto de construção do Loteamento do Rio Seco, na freguesia da Ajuda, em Lisboa, onde anteriormente funcionava o Hospital Veterinário Militar. Foi desenvolvido em parceria com a BETOTESTE - Gabinete de Estudos de Geotecnia, Lda.

Face ao inicialmente acordado, conforme combinado com o Cliente, alguns dos trabalhos previstos foram eliminados, nomeadamente, a abertura de poços de reconhecimento e o acompanhamento arqueológico, devido ao maior nível de relevância arqueológica do local, que obriga à execução de sondagens arqueológicas. Posteriormente, para substituição parcial dos trabalhos eliminados, o Cliente, cometeu a execução da abertura inicial de 10 sondagens arqueológicas, sob a supervisão da equipa de arqueologia Neoépica.

No decurso dos trabalhos do reconhecimento geotécnico, face às caraterísticas dos terrenos intersetados nas sondagens verticais, algo diferentes do previsto no Plano de Reconhecimento Geológico e Geotécnico da equipa projetista, constante das especificações técnicas do concurso, onde se previu mais comprimento de furação em solo do que em rocha, a Oz propôs algumas alterações, face ao contratado, visando ensaios mais consentâneos com os materiais amostrados.

O presente relatório, que já inclui as alterações propostas pela Oz e aceites pelo Cliente, compila com detalhe o conjunto de trabalhos geotécnicos desenvolvidos e a metodologia que orientou a sua realização, de forma a apresentar sustentadamente os resultados obtidos. Tecem-se igualmente as considerações resultantes da análise prudente da informação obtida, com o objetivo de caracterizar do ponto de vista geotécnico os terrenos interessados.

2. METODOLOGIA UTILIZADA

2.1 ENQUADRAMENTO

De acordo com as cláusulas técnicas/especiais do caderno de encargos do concurso, o Loteamento do Rio Seco corresponde à Unidade de Execução IV do Plano da Ajuda e está localizado numa malha consolidada da Cidade de Lisboa, compreendido entre a Rua da Aliança Operária, Travessa das Dores, Calçada da Boa Hora e Rua Diogo Cão.

Esses terrenos serão ocupados por dois lotes separados por um novo arruamento que atravessa o quarteirão no sentido nascente-poente (quase paralelo à Rua da Aliança Operária). Em cada um desses lotes, serão construídos quatro edifícios (A.1 a A.4 e B.1 a B.4) com um piso enterrado, piso térreo e três pisos elevados.

O piso enterrado de cada um dos edifícios, destinado a estacionamento automóvel, será rampeado, com a sua cota a variar dentro de cada edifício, e de edifício para edifício, de forma a acompanhar, com algum desfasamento, o declive natural do terreno.

O projeto de arquitetura resolve a implantação dos edifícios nesta encosta fazendo variar a cota do piso térreo ao longo de cada edifício – e de forma diferente entre todos - a par da já referida variação da cota do piso de estacionamento, tentando manter o mais possível constante as cotas dos pisos elevados ao longo do comprimento do edifício.

2.2 TRABALHOS REALIZADOS

Foi seguido no aplicável as referidas cláusulas técnicas/especiais, tendo-se em conta as referidas alterações, atrás indicadas.

Para além da análise de elementos bibliográficos relativos às características geológicas da região, foi realizada a campanha de prospeção baseada na execução de sondagens mecânicas à rotação, com recolha de amostragem e realização de ensaios de penetração dinâmica “SPT” a cada

1.50 m de furação ou sempre que se intercetou uma mudança significativa na litologia. Para além destes, foram instalados piezómetros para leitura de níveis de água e recolha de água para ensaios de laboratório e realizados ensaios *Lefranc* em alguns furos de sondagem. Foram, também, selecionadas amostras de solos e rochas para submeter a ensaios de laboratório.

O Cliente disponibilizou a planta do terreno, em suporte CAD, que serviu de suporte à representação da informação recolhida.

Os trabalhos de campo decorreram entre os dias 10 de Março e 07 de Abril de 2017.

3. LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA

A campanha de prospeção geológica-geotécnica, conforme atrás referido, teve lugar nos terrenos onde se localizavam as antigas instalações do Hospital Veterinário Militar, atualmente pertença da Santa Casa da Misericórdia de Lisboa, e onde é pretendido construir o Loteamento Rio Seco, conforme Figuras 1 e 2, a seguir.

Figura 1 – Localização do terreno em estudo. Imagem de apoio retirada de Google Earth.

Figura 2 - Localização pormenorizada dos trabalhos realizados na presente campanha de prospeção. Imagem de apoio retirada de Google Earth.

A georreferenciação dos trabalhos efetuados (Tabela 1), tendo em conta a localização inicial da equipa projetista, constante da planta do Plano de sondagens, foi realizada com recurso a GPS manual - GPSmap 60CSx (Garmin) - à qual se atribui um erro que pode rondar os 2 m.

Tabela 1 - Georreferenciação dos trabalhos realizados (Datum 73)

Sondagem	X	Y	Z
S1 + PZ1	-92079.578	-106620.813	15.70
S2	-92093.621	-106674.841	16.07
S3	-92101.082	-106713.136	16.46
S4 + PZ3	-92117.034	-106764.819	15.78
S5	-92151.758	-106722.199	16.35
S6 + PZ2	-92136.984	-106681.787	16.21
S7	-92163.886	-106637.894	22.30
S8	-92132.183	-106620.950	16.86

4. ENQUADRAMENTO GEOLÓGICO

A elaboração do presente quadro geológico contou como elementos cartográficos de base, de cariz geológico, com a Folha 3 – Lisboa, da Carta Geológica de Portugal na escala 1:10 000 (conforme Figura 3).

LEGENDA:

- Localização da área em estudo.
- β — Complexo Vulcânico de Lisboa com intercalações Vulcano-sedimentares (β')
- C_c^3 — Calcários cristalizados com rudistas e calcários apinhados com *Neolobites vibrayeanus*
- β+a+A — Basalto, aluviões e aterros misturados

Figura 3 – Excerto da Folha 3 - Lisboa da Carta Geológica de Portugal, com a localização da área em estudo.

O local do Loteamento Rio Seco, caracteriza-se pela presença de formações do Cretácico, nomeadamente, o Complexo Vulcânico de Lisboa (β) com intercalações Vulcano-sedimentares (β'), sobre Calcários cristalinos com rudistas (C^3c) que inclinam cerca de 15º para Sul. Nas zonas de antigas linhas de água, como ocorre na zona em estudo, é possível identificar a mistura de fragmentos rochosos provenientes quer dos basaltos quer dos calcários bem

como de aterros, que foram transportados e acumulados ao longo desses cursos de água, identificados como β+a+A e que, atualmente, encontram-se cobertos pelos aterros (At) e edificações existentes.

5. ENQUADRAMENTO GEOMORFOLÓGICO

A área em estudo localiza-se a Norte do Rio Tejo, nas proximidades de Alcântara, com cotas altimétricas compreendidas entre 54.00m e os 20.00m, tanto a Norte como a Sul.

A referida área encontra-se inserida na unidade morfo-estrutural designada por "Bacia Sedimentar do Baixo Tejo". Esta unidade corresponde a uma depressão tectónica profunda e complexa, alongada segundo a direção NE-SW, que resultou do controlo estrutural de importantes acidentes tectónicos. Esta depressão esteve sujeita a movimentos de subsidência ao longo do Cenozóico, durante o qual se depositaram espessas colunas de sedimentos de natureza essencialmente detrítica, com idades compreendidas entre o Paleogénico e o Quaternário.

Posteriormente e associada à mudança do campo de tensões tectónico regional, esta depressão deixou de estar num regime distensivo de subsidência, para passar a estar num regime compressivo, o que levou ao empolamento tectónico de quase toda a área desta bacia. Esta deformação, foi responsável por algumas mudanças geomorfológicas importantes, de que se destacam o encaixe mais ou menos rápido e vigoroso da rede hidrográfica e a formação de relevos assimétricos de tipo "costeira" muito característicos na região Norte-Oriental de Lisboa.

No que diz respeito à morfologia da zona em estudo, propriamente dita, verifica-se que esta se encontra muito alterada, resultante dos movimentos de terras realizados para a modelação do relevo para a implantação de vias rodoviárias e edifícios. No local a morfologia apresenta cotas entre 15 e 30 m diminuindo para Sul, com a proximidade do rio Tejo.

Predominam as formações Cretácicas constituídas pelas Calcários Cristalinos (C^3c), que por sua vez se podem encontrar cobertos por sedimentos do Holocénico, formados por aterros (At). Os aterros apresentam grande

desenvolvimento à superfície, sendo reconhecidos pela prospeção efetuada com espessura máxima da ordem dos 3.0m. Neste conjunto insere-se também o maciço vulcânico de lisboa, representado por basaltos (β) e por intercalações Vulcano-sedimentares (β').

No local onde se presume ter divagado a linha de água denominada de Rio Seco, que dá nome à zona, verifica-se a presença de mistura de fragmentos de calcário, basalto e aterros, envoltos em solos argilosa, caracterizados na carta geológica como β+a+A, chegando a ocorrer até cerca de 8.0m de profundidade.

A rede de drenagem é constituída por um conjunto de linhas de água com traçados bem definidos, cujo desenvolvimento é para Sul. A atividade antropogénica na região leva a admitir que a drenagem superficial é predominante, efetuada através de sistemas de drenagem adequados, tais como valetas.

6. ENQUADRAMENTO HIDROGEOLÓGICO

Em termos hidrogeológicos os terrenos interessados apresentam comportamentos diferenciados, consoante a sua litologia e estrutura.

As formações rochosas podem apresentar permeabilidade elevada a muito elevada, em que a circulação da água se dá por fraturas abertas, eventualmente alargadas por fenómenos de carsificação resultantes da dissolução dos calcários, no entanto, nas sondagens realizadas no local verifica-se que as fraturas se encontram preenchidas por argilas não permitindo a percolação de água. Em alturas de maior pluviosidade em que a recarga de água no maciço é superior, admite-se que possa haver a lavagem dessas fraturas e, por seu turno, permitir a percolação de água em grande.

Os aterros ocorrentes, resultantes de demolição de edifícios, bem como os materiais intersectados e interpretados como acumulações transportadas pelo Rio Seco, poderão apresentar permeabilidade elevada, no contacto com as formações rochosas, condicionada pela percentagem de finos (siltes+argilas) ou predominância da componente arenosa e fração detrítica grosseira presente. A sua constituição favorece a infiltração de escorrência

superficial e a percolação de água, em regra com caudais pouco significativos, não se considerando a possibilidade de acumulação da mesma.

Nas sondagens realizadas no local, não foram detetados níveis de água estabilizados que, de alguma forma, permitam antecipar um potencial aquífero do maciço rochoso quer dos depósitos com características de acumulação de fragmentos rochosos e solos, que se presume ser resultante da presença de uma antiga linha de água. Ressalva-se, no entanto, que houve algumas situações de perdas de água durante a furação que se presumem ter sido captadas por sumidouros instalados nos calcários, resultantes da sua carsificação.

De uma maneira geral, poderá admitir-se que o maciço embora apresente aptidão aquífera não apresenta níveis de água estabilizados permanentemente, nem foram detetados níveis de água durante a realização das sondagens geológico-geotécnicas nem após o período de leituras dos piezómetros instalados. Deve-se, também, referir que os resultados obtidos nos trabalhos realizados, referem-se ao horizonte temporal da prestação do serviço, no caso cerca de 6 semanas. Face às leituras dos níveis de água nos piezómetros, durante cerca de 1 mês, considera-se que não há afluência de água provenientes do maciço rochoso nem se verifica a presença do que se possa assumir como um nível freático, pois ao longo do tempo a água tem vindo a baixar gradualmente nos piezómetros, levando a admitir que a água presente corresponde a resquícios da água de furação que não foi possível esgotar (*vide* explicação no capitulo 8.4.1).

Por outro lado, devido à atual cobertura impermeável existente em grande parte da área interessada pelo Loteamento do Rio Seco, deverá, também, ser considerada uma recarga pequena por infiltração da chuva. No entanto, em períodos de maior pluviosidade, deverá considerar-se a possibilidade da presença de eventuais níveis de água suspensos no maciço.

Considera-se, ainda, que com a construção do Loteamento do Rio Seco, os escoamentos sazonais por infiltração da chuva continuarão a verificar-se e com circulação geral na direção do rio Tejo. Deste modo, considera-se que a construção das estruturas previstas não irá produzir impactes hidrogeológicos negativos na região.

Propõe-se, no entanto, para avaliar ao longo do tempo o regime hidrológico local, que sejam realizadas de forma periódica as leituras nos piezómetros instalados durante a fase de execução da obra bem como de exploração, durante o tempo considerado necessário, preferencialmente cumprindo períodos de maior e menor pluviosidade para se verificar quaisquer diferenças que possam ocorrer.

7. NEOTECTÓNICA, SISMICIDADE E CLIMATOLOGIA

7.1 NEOTECTÓNICA REGIONAL

O território continental de Portugal situa-se na placa Euro-Asiática, relativamente próximo da fronteira com a placa Africana. A sismicidade do território português é condicionada pela atividade sísmica de duas zonas. A zona interplacas, em que os sismos têm origem na fronteira com a placa Africana e a zona intraplacas, em que os sismos têm origem em falhas ativas no interior da placa Euro-Asiática.

A atividade sísmica interplacas está fundamentalmente associada ao movimento relativo entre a placa Euro Asiática e a placa Africana. Os sismos interplacas que atingiram com maior intensidade o continente português tiveram origem no Banco de Goringe, situado a cerca de 150 km a sudoeste do cabo de S. Vicente, destacando-se, pelos seus efeitos, o sismo de 1 de Novembro de 1755, com magnitude de 8.7 e epicentro no ponto de latitude 37.00N e longitude -10.50W e o sismo de 28 de Fevereiro de 1969 com magnitude 7.5 e epicentro com localização no ponto de latitude 35.99N e longitude -10.81W.

A atividade sísmica intraplacas que afeta o local em estudo está diretamente associada a uma importante fonte geradora de sismos que é a Falha do Vale do Tejo. Esta falha encontra-se a cerca de 20 km para Este e a cerca de 1.5km a Sul da obra. Os dados históricos mostram que, a magnitude máxima de um sismo gerado nesta fonte é de 7.6 e 5.3, identificados a cerca de 45 km para NE da obra. O local de implantação da obra caracteriza-se por pequenos sismos situados entre cerca de 3 km a 6 km, com magnitudes máximas da ordem de 3.0 (Figura 4).

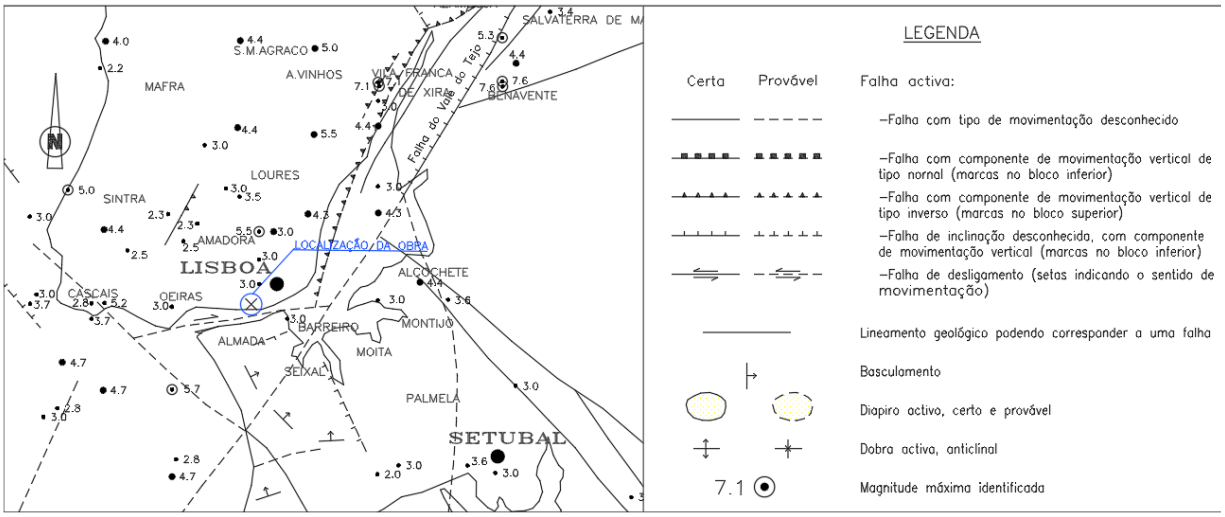


Figura 4 - – Extrato da Carta Neotectónica de Portugal Continental, com a localização da obra.

7.2 ANÁLISE DA SISMICIDADE

De acordo com o Regulamento de Segurança e Ações para Estruturas de Edifícios e Pontes (RSAEEP), Decreto-Lei nº 235/83, de 31 de Maio de 1983, e com o Eurocódigo 8 (EC8) adotado para Portugal, incluindo o respetivo Documento Nacional de Aplicação – NP ENV 1998/DNA, são definidos os tipos de ações sísmicas representativas para o território nacional, a que estarão como tal sujeitas as estruturas edificadas.

Segundo o Eurocódigo 8 (EC8), as ações sísmicas mais ou menos severas podem ser sistematizadas, em dois grandes tipos:

- Ação sísmica do Tipo 1 correspondente a sismos distantes, de grande magnitude e com epicentro no mar – sismicidade interplacas Eurasiática e Africana – gerada na Zona de fratura Açores Gibraltar, e;

- Ação sísmica do Tipo 2 associada a sismos próximos, de magnitude moderada e pequena distância focal – sismicidade intraplaca Eurasiática, resultante da acumulação de tensões e do desenvolvimento de deformações tectónicas atuais, no seu interior.

Note-se que o Regulamento de Segurança e Ações para Estruturas de Edifícios e Pontes (RSAEEP), também, inclui dois tipos de ações sísmicas, mas as designações estão trocadas, ou seja, a ação sísmica do Tipo 1 presente no EC8 corresponde à ação sísmica do Tipo 2 no RSAEEP e vice-versa.

O RSAEEP considera o território continental português dividido em 4 zonas: A, B, C e D, segundo ordem decrescente de sismicidade. Na Figura 5 é apresentada essa divisão, verificando-se que o local em estudo se situa na zona A, considerada como zona de probabilidade de risco sísmico alto, apresentando coeficiente de sismicidade de $\alpha = 1.0$ (Tabela 2).

Atendendo à Carta de Intensidades Sísmicas Máximas observadas em Portugal entre 1901 e 1972, verifica-se que a área em estudo se encontra no grau IX da Escala Internacional, sendo, portanto, uma zona de risco sísmico de elevada intensidade (Figura 6).

Tabela 2 – Zonas sísmicas de Portugal Continental.

Zona sísmica	**Coeficiente de sismicidade, α**
A	1.0
B	0.7
C	0.5
D	0.3

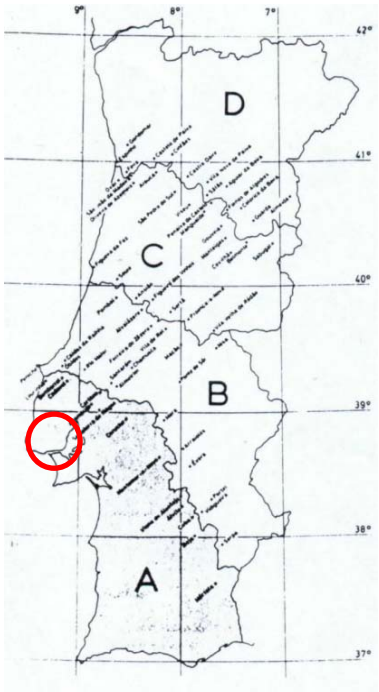


Figura 5 – Zonamento Sísmico de Portugal Continental.

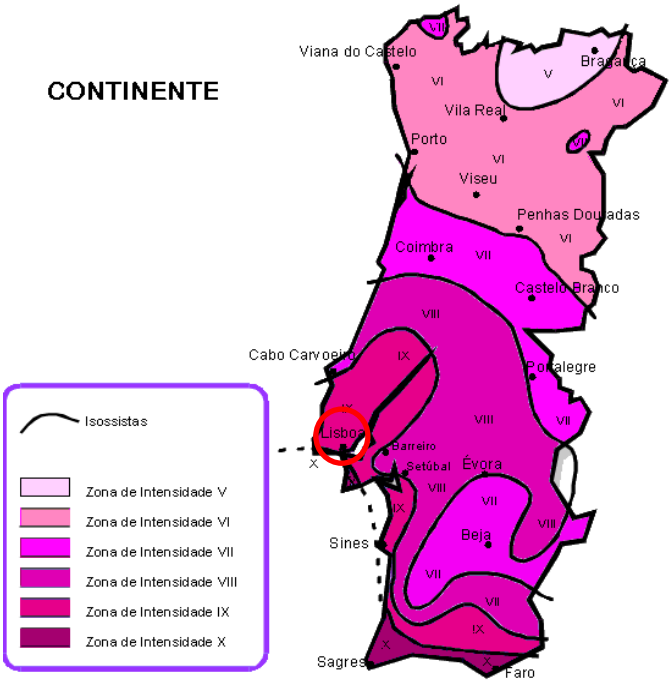


Figura 6 – Carta de Isossistas de intensidades máximas.

Segundo o EC8, Portugal Continental apresenta um zonamento sísmico para os cenários de sismo distante (Tipo 1) e sismo próximo (Tipo 2), como apresentado na Figura 7. Os valores de aceleração máxima de referência agR (m/s2) para as várias zonas sísmicas e para os dois tipos de ação sísmica a considerar são os indicados na Tabela 3. Na mesma tabela, encontram-se destacados os valores da aceleração máxima de referência de projeto, no local de implantação da obra.

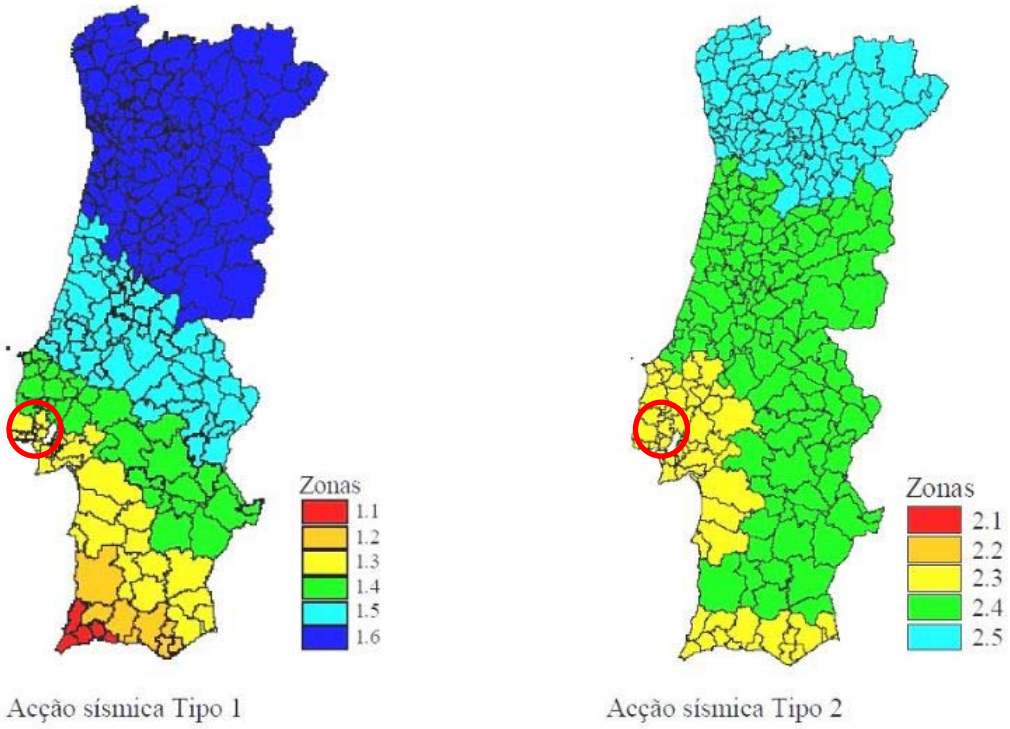


Figura 7 – Zonamento sísmico para Portugal continental, para os cenários de sismo distante (Tipo 1) e sismo próximo (Tipo 2).

Tabela 3 - Aceleração máxima de referência de projeto $\mathbf{a_{gr}}$ (m/s^2) nas várias zonas sísmicas.

Ação sísmica do Tipo 1		**Ação sísmica do Tipo 2**	
Zona Sísmica	**a_{gr} (m/s^2)**	**Zona Sísmica**	**a_{gr} (m/s^2)**
1.1	2.5	2.1	2.5
1.2	2.0	2.2	2.0
1.3	1.5	2.3	1.7
1.4	1.0	2.4	1.1
1.5	0.6	2.5	0.8
1.6	0.35	-	-

A representação das ações sísmicas de projeto, a partir de espectros de resposta de acelerações, exige a classificação dos terrenos geológicos interessados pela obra e que influenciam as condições locais de resposta. Na Tabela 4 apresenta se de acordo com o RSAEEP e o EC8, a tipologia dos terrenos geológicos interessados pela obra.

Tabela 4 - Tipo de terreno, de acordo com RSAEEP e EC8.

Unidade Geológica (ou aterros)	Classe de Terreno		
	I (RSAEEP) A e B (EC8-DNA)	**II (RSAEEP) C (EC8-DNA)**	**III (RSAEEP) D a S (EC8-DNA)**
	Rochas e Solos Coerentes Rijos	Solos coerentes duros, muito duros e de consistência média; solos incoerentes compactos	Solos coerentes moles e muito moles, solos incoerentes soltos
At - Aterros	+	++	+
β - Basaltos	++	+	-
C^3c - Calcários	++	+	-
β+a+At – Mistura de basaltos, aluviões e aterros	++	+	+

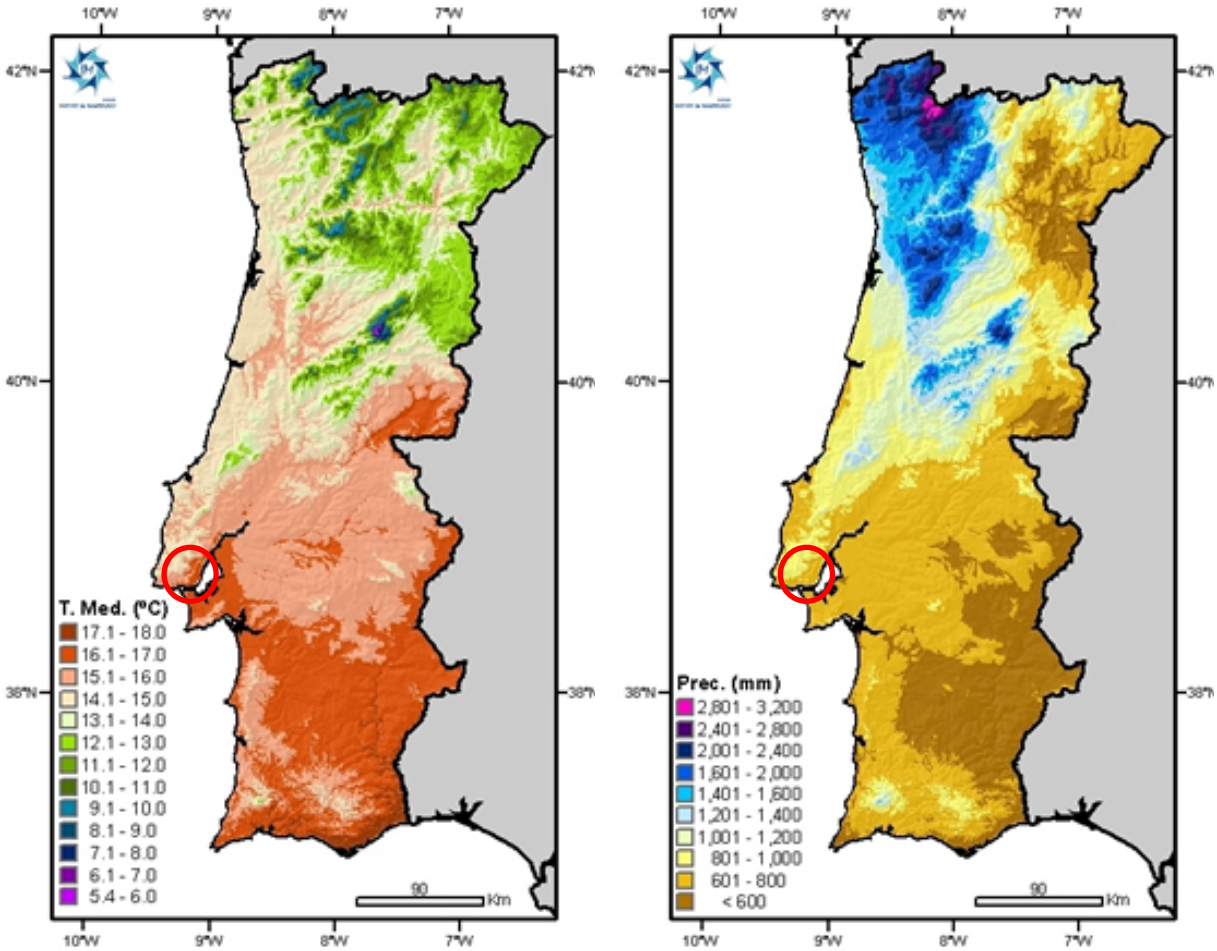
7.3 CLIMATOLOGIA

Em termos climatológicos, a área em estudo insere-se numa zona de clima mediterrânico temperado onde o nível de precipitação média anual varia entre 600.0 e 800.0 mm e em que a temperatura média anual ronda os 15 a 17ºC (Figura 8).

As cartas apresentadas têm por base a representação da distribuição geográfica dos valores médios da precipitação em Portugal continental com base nas Normais Climatológicas entre 1961 e 1990.

As cartas são obtidas a partir dos valores normais por um método de interpolação fina, com fundamento físico, em que se consideram os principais fatores de variação espacial da temperatura e da precipitação. A variação, de ano para ano, das médias anuais e sazonais da temperatura do ar e da quantidade de precipitação, em relação aos respetivos valores médios, tem tendência para ocorrer de forma essencialmente uniforme em todo o território sendo maior a uniformidade para a temperatura do que para a precipitação.

Em face das condições climatéricas apresentadas é relevante pensar que os fenómenos de alteração, física e química, desenvolvidos sobre as formações geológicas ocorrentes é de média expressividade pelo que a influência dos fenómenos de meteorização deverá ser considerada a médio e a longo prazo.



Fonte IPMA

Figura 8 – Carta de Precipitação média anual e Carta de Temperatura média do ar, de Portugal continental. Localização, aproximada, da área em estudo feita com círculo vermelho.

8. TRABALHOS REALIZADOS

8.1 SONDAGENS

Para a campanha de sondagens realizada, foi utilizada furação à rotação com uma sonda da marca COMACCHIO, modelo GEO150, acionada por motor a diesel, avanço hidráulico, com capacidade de carotagem contínua, utilizando para o efeito amostradores de parede dupla equipados com coroas de prismas de tungsténio e diamantadas de 86mm (Anexo I).

As amostras recuperadas foram dispostas por ordem de obtenção em caixas de PVC, devidamente compartimentadas e referenciadas, de forma a facilitar a sua análise e classificação.

A presente campanha de prospeção geológico-geotécnica, conforme previsto, consistiu na realização de oito (8) sondagens, verticais, com profundidades finais variáveis entre 6.0m e 13.5m (Tabela 5).

Tabela 5 – Sondagens realizadas.

Sondagens	Profundidade Final (m)
S1	9.0
S2	13.5
S3	10.5
S4	12.0
S5	6.0
S6	10.5
S7	6.0
S8	6.0

As sondagens foram dadas por terminadas com a obtenção de 3 “negas” consecutivas obtidas nos ensaios SPT (Standart Penetration Test) e/ou 4.5m

de rocha, cumprindo o critério de paragem proposto no plano de prospeção geológico geotécnico fornecido pela SCML.

8.1.1 Critérios utilizados na classificação das sondagens

Os elementos utilizados na classificação das sondagens encontram-se no cabeçalho de cada um dos diagramas individuais tendo sido os seguintes:

- Dados de furação:
  - Tipo de furação;
  - Diâmetro de furação.
  - Profundidade a que ocorrem as diferentes camadas;

- Geologia:
  - Perfil geológico (com as unidades geológicas ocorrentes e respetivas simbologias);
  - Descrição litológica (das diferentes camadas atravessadas).

- Índices de qualidade:

Recuperação do tarolo em percentagem (razão entre o comprimento do tarolo recuperado e o comprimento perfurado, ou seja, manobra) e que permite a classificação do maciço que se indica na Tabela 6.

Tabela 6 – Percentagem de recuperação por manobra.

(Adaptado de: Costa, Carlos, 2006/2007. Disciplina de Fundamentos de Geotecnia, Capitulo 3 - Introdução à Descrição e Classificação das Rochas. Departamento de Engenharia Civil. Faculdade de Ciência e Tecnologia. Caparica.)

% de Recuperação	Classificação do maciço
0 a 50	Fraca
50 a 80	Média
> 80	Boa

RQD (rock quality designation) é um critério que objetiva a melhor apreciação da % de recuperação, aplicável a sondagens à rotação com

amostrador que tem 76mm de diâmetro mínimo. São apenas considerados os fragmentos do tarolo com comprimento igual ou superior a 10cm. O critério serve para se fazer uma avaliação empírica da qualidade da rocha (relacionando o estado de alteração, de fracturação e diaclasamento) calculando-se a percentagem do tarolo relativamente à furação realizada, isto é, a percentagem de recuperação resultante das operações de furação. Esta percentagem obtém-se multiplicando o RQD por 100 e traduz a qualidade do maciço, como se encontra expresso na Tabela 7. É calculado por: RQD = [Σ do comprimento dos tarolos (≥ 10 cm)] / Comprimento total da amostra.

Tabela 7 – Rock Quality Designation, RQD (%) (Deere, 1968).

RQD (%)	Classificação do maciço rochoso
0 a 25	Muito fraco
25 a 50	Fraco
50 a 75	Médio
75 a 90	Bom
90 a 100	Excelente

Alteração e Fracturação do maciço de acordo com os critérios definidos pela ISRM (Sociedade Internacional de Mecânica das Rochas), conforme as Tabelas 8 e 9.

Tabela 8 – Classificação do maciço rochoso em relação ao estado de alteração (ISRM).

Símbolo		Designações	Características
W1	W1-2	Sã	Sem quaisquer sinais de alteração
W2		Pouco alterada	Sinais de alteração apenas nas imediações das descontinuidades
W3	W3	Medianamente alterada	Alteração visível em todo o maciço rochoso mas a rocha não é friável
W4	W4-5	Muito alterada	Alteração visível em todo o maciço e a rocha é parcialmente friável
W5		Decomposta	O maciço apresenta-se completamente friável, com comportamento de solo

Tabela 9 – Classificação do maciço rochoso em relação ao grau de fracturação (ISRM).

Intervalo (cm)	Símbolo		Designações	
> 200	F1	F1-2	Muito afastadas	Afastadas
60 a 200	F2		Afastadas	
20 a 60	F3	F3	Medianamente afastadas	Medianamente afastadas
6 a 20	F4	F4-5	Próximas	Próximas
< 6	F5		Muito próximas	

- Ensaios “in situ”;
- Profundidade dos ensaios de Laboratório;
- Profundidade do nível de água, quando identificado.

8.2 ENSAIOS IN SITU

8.2.1 Ensaios de penetração dinâmica (SPT)

O ensaio de penetração dinâmica standard é conhecido pelos autores de língua inglesa como Standart Penetration Test (SPT).

No decurso da campanha de sondagens foram realizados um total de 24 ensaios de penetração dinâmica SPT, que forneceram valores de resistência do solo, medida pelo número de pancadas necessárias à cravação de um amostrador normalizado, o amostrador de Terzaghi (Tabela 10). Os procedimentos enquadraram-se no normativo ASTM 1586 64T [1].

Tabela 10 – Número de ensaios SPT realizados nas Sondagens.

Sondagens	Nº de SPT's realizados
S1	3
S2	7
S3	5
S4	4
S5	1
S6	3
S7	1
S8	0

O ensaio é realizado da seguinte forma:

- Deixa-se cair livremente a uma altura de 76.2 cm, um pilão com 63.5 kg de massa, sobre um batente. O número de pancadas (N) necessárias para atingir uma penetração do amostrador de 30 cm é considerado como a resistência do solo à penetração.

- Constitui-se em duas fases contínuas. Na 1ª fase faz-se penetrar os primeiros 15 cm a partir do fundo do furo e anota-se o n.º de pancadas necessárias para essa penetração. A 2ª fase realiza-se em duas etapas, cada uma delas corresponde a 15 cm de cravação. Em cada etapa anota-se o número de pancadas necessárias á cravação. O conjunto de pancadas dadas na penetração da 2ª fase é o número de pancadas do ensaio S.P.T. (N), que corresponde ao valor da resistência à penetração.

- O ensaio é dado por concluído quando se introduziu os 45 cm de amostrador. Ou antes, no caso de se verificar que se atingem as 60 pancadas - quer nos primeiros 15 cm (nega brusca), quer na segunda fase do ensaio (nega) - sem a cravação total do amostrador, registando-se nesse caso a penetração obtida para a obtenção da "nega".

Permite, através dos resultados obtidos, realizar uma caracterização geotécnica, baseada nas tabelas empíricas de Terzaghi e Peck (1967) e de Peck, Hanson e Thornburn (1974), associando o número de pancadas dadas no ensaio, com parâmetros geotécnicos como a compacidade e ângulos de atrito dos solos incoerentes e como a consistência e coesão dos solos coerentes.

Nas Tabelas 11 e 12, estão presentes as correlações entre resultados dos ensaios SPT (nº de pancadas), compacidade e consistência.

Tabela 11 - Relação entre os resultados dos ensaios SPT e compacidade, para solos arenosos.

Compacidade	N (SPT)
Muito solta	0 - 4
Solta	4 - 10
Medianamente compacta	10 - 30
Compacta	30 - 50
Muito compacta	> 50

Tabela 12 – Relação entre os resultados dos ensaios SPT e consistência, para solos argilosos.

Consistência	N (SPT)
Muito Mole	<2
Mole	2 - 4
Média	4 - 8
Dura	8 - 15
Muito Dura	15 - 30
Rija	> 30

8.2.2 Ensaios de permeabilidade *Lefranc*

O ensaio *Lefranc* consiste basicamente em introduzir água numa cavidade de geometria conhecida à profundidade ao qual se pretende determinar a permeabilidade. O ensaio pode ser feito com carga hidráulica constante ou variável.

No ensaio com carga hidráulica constante, que, geralmente, se realiza em solos de elevada permeabilidade como sejam solos arenosos, introduz-se um caudal constante na cavidade, de forma a verificar-se a estabilização no nível de água. No ensaio com carga variável que, geralmente, é executado em solos de baixa permeabilidade como é o caso dos solos argilosos, é induzida uma carga hidráulica ao terreno e é anotado o seu rebaixamento ao longo do tempo.

Para tal segue-se a seguinte metodologia:

- O furo de sondagem deverá ser limpo de quaisquer detritos antes de se dar início ao ensaio e a água a utilizar deverá ser água doce e desprovida de impurezas e sem coloração;

- O Ensaio deverá ser realizado num troço de 0.5 m ou 1 m. No caso da furação à rotação, a câmara será aberta abaixo do fundo do revestimento, o qual não deverá ser deslocado em nenhuma das operações que antecedem a execução do ensaio;

- Antes do início do ensaio, deverá ser medido o nível de água no furo. Proceder-se-á em seguida à introdução de água até atingir o nível de referência escolhido (geralmente o topo da coluna de revestimento). Este nível deverá ser mantido estável, tanto quanto possível, com a introdução de um caudal constante. Caso se consiga estabilizar o caudal, mantém-se a alimentação e dá-se início à contagem de tempo e registo dos respetivos valores consumidos (ensaio a nível constante). Se pelo contrário, não se conseguir garantir a estabilidade do caudal, deverá parar-se a alimentação de água e iniciar-se a medição da descida do nível de água em cada intervalo de tempo (ensaio a nível variável);

- No caso do ensaio a nível constante, as medições deverão ser efetuadas de minuto a minuto, durante 20 minutos. Após os 20 minutos, as leituras terão lugar a cada 5 minutos, até que se obtenham 3 leituras consecutivas semelhantes;

- Após o término do ensaio deverá ser novamente medido o nível de água no furo. As leituras serão efetuadas 30 segundos após o fecho da água e, seguidamente, de minuto a minuto durante um intervalo de tempo equivalente a metade do período de duração do ensaio;

- No caso do ensaio a nível variável, o ensaio terá a duração de 30 minutos ou do tempo necessário para que o nível de água desça 1.5 m. As leituras deverão ser efetuadas de minuto a minuto, durante os primeiros 20 minutos de ensaio e, depois, de 5 em 5 minutos até à sua conclusão. No caso de se verificar que a variação do nível de água é superior a 15 cm/min, deverá reiniciar-se o ensaio a nível constante.

A análise dos resultados foi realizada com base na Norma NF P 94-132 [2], que prevê a utilização da fórmula (1.1) para o cálculo do coeficiente de permeabilidade a partir do ensaio de carga constante e a fórmula (1.2) para a determinação do coeficiente de permeabilidade a partir do ensaio de carga variável:

(1.1) $k_L = \frac{Q_a}{m \cdot h \cdot B}$

(1.2) $k_L = \frac{B^2 \ln(2L/B)}{8\,L\,t} \ln \frac{h_1}{h_2}$

Onde:

K_L – Coeficiente de permeabilidade
m – fator de forma
h – carga hidráulica acima do nível aquífero
B – Diâmetro da cavidade ensaiada
Q_a – Caudal introduzido
L – altura da cavidade ensaiada
h_1,h_2 – altura da carga hidráulica em dois determinados momentos
Tt – tempo decorrido entre as leituras h_1 e h_2

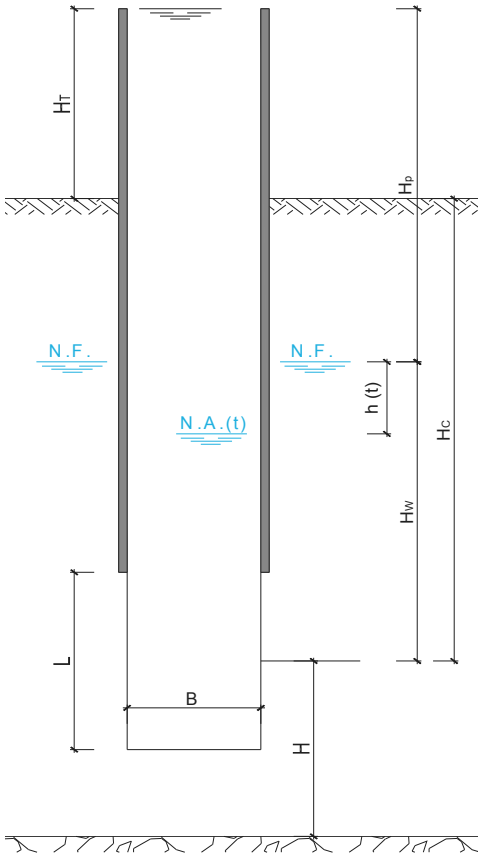


Figura 9 – Esquema representativo do dispositivo para o ensaio Lefranc.

Os ensaios *Lefranc* são ensaios que permitem, exclusivamente, caracterizar a permeabilidade de maciços terrosos. No presente caso, estando na presença de um maciço essencialmente rochoso, considera-se que os ensaios não são os adequados, ou sendo, poderão não oferecer resultados reais. No entanto, na tentativa de se conseguir obter alguns resultados de permeabilidade nas formações intersectadas, considerou-se a realização de ensaios apenas nas sondagens S1 e S4 onde foi intersectado um depósito com características de acumulação de fragmentos rochosos e solos, que se presume ser resultante da presença de uma antiga linha de água (β+a+A). Estes depósitos são cartografados na carta geológica de Lisboa como "Basaltos, Aluviões e Aterros, misturados", tendo-se verificado, através dos ensaios *Lefranc*, que apresentam média a baixa permeabilidade, variável entre 1.63×10^{-5}m/s e 1.42×10^{-5}m/s, característica deste tipo de materiais. Perante este cenário, considerou-se que tecnicamente não se justificaria a realização de mais ensaios desta natureza. Assim, no total foram realizados 2 ensaios *Lefranc* dos 6 previstos (Tabela 13).

Tabela 13 – Resultados dos ensaios *Lefranc* realizados.

Sondagem	Profundidade (m)	K (m/s)
S1	4.60 – 6.00	1.42×10^{-5}
S4	6.60 – 7.00	1.63×10^{-5}

No Anexo II, apresentam-se os boletins individuais dos ensaios *Lefranc* realizados.

8.3 ENSAIOS LABORATORIAIS

8.3.1 Ensaios sobre amostras de solos

No plano de prospeção geológico-geotécnica fornecido pela SCML estava prevista a realização de 4 ensaios de identificação de solos, no entanto, devido à falta de solos suficientes para cumprir o plano apenas foi possível realizar 1 conjunto de ensaios de identificação que compreendiam os seguintes:

- Teor de humidade natural (NP-84 – 1967, [3]) - refere o teor de água contida no solo em função do peso das partículas sólidas;

- Análise granulomética por peneiração e sedimentação (LNEC-E196, [4]) - permite efetuar uma avaliação percentual das diferentes frações dimensionais das partículas do solo em causa e ainda, facilitar a classificação dos materiais em termos de aptidão como solo de fundação;

- Limites de consistência ou de "Atterberg" (NP143-1969, [5]) [Limite de liquidez (LL), Limite de plasticidade (LP), com indicação do Índice de plasticidade (IP)] - são, de uma forma empírica, os teores de humidade que definem a mudança de estado dos solos (sólido / semi-sólido / plástico / líquido) permitindo caracterizar e avaliar o seu comportamento em termos de plasticidade e liquidez (quando na presença de água), atribuindo desta forma a sua aptidão geotécnica em obra;

- Densidade das partículas sólidas (NP-83 – 1965, [6]) - corresponde à relação entre a massa de uma amostra de solo e o volume ocupado pelas suas partículas sólidas, sem considerar a porosidade.

Com base nos ensaios mencionados os solos ensaiados são passíveis de várias análises, entre as quais se destacam para os fins pretendidos nas futuras obras:

- Classificação de solos para fins rodoviários AASHTO, donde se retira por exemplo o seu comportamento na camada sob pavimento;

- Características e aplicabilidade dos tipos de solos (Dunn et al, 1980), donde se podem retirar propriedades importantes como a permeabilidade em estado compactado; resistência ao corte em estado compactado e saturado; compressibilidade no estado compactado e saturado e facilidade de tratamento em obra. Facilita, também, na determinação das aptidões relativas para diversas aplicações, tais como: aterros, canais, fundações e estradas. Dá ainda indicação da gama de baridades espectáveis para cada tipo de solo.

Os resultados dos ensaios de laboratório constam do Anexo III.

8.3.2 Ensaios complementares sobre amostras de rochas

Atendendo a que o maciço intersetado é essencialmente rochoso, não havendo solos suficientes para cumprir o previsto, considerou-se adequado propor a realização de ensaios em rocha, que mereceu a aprovação do Cliente e da equipa projetista, com o objetivo de caracterizar o comportamento geotécnico do maciço rochoso ao nível da fundação das estruturas a edificar, submetendo-se as amostras aos seguintes ensaios:

- Ensaio de compressão uniaxial com determinação da tensão de rotura (σ) (ASTM D7012-10 [7]) - A tensão de rotura por compressão uniaxial é indicativa da resistência dos solos/rochas ao cisalhamento quando submetidas à pressão de carga, o que normalmente ocorre em funções estruturais. Os valores obtidos fornecem uma indicação da resistência do material ao esforço mecânico compressivo, mostrando o valor máximo de tensão que o solo/rocha suporta antes da rotura. São funções da composição mineralógica, textura, estado de alteração e porosidade do material;

- Determinação o peso especifico e absorção de água (ASTM D6473-10 [8]) - o peso especifico ou peso volúmico de uma rocha (γ) corresponde ao peso por unidade de volume da rocha. Atendendo à variabilidade da quantidade de água presente na rocha considera-se o peso volúmico seco (γd) da rocha como um parâmetro mais representativo. A absorção de água é uma medida indireta da porosidade que permite perceber a capacidade que a rocha tem de absorver água do meio;

- Ensaio de carga pontual (ISRM [9]) - o ensaio de carga pontual ("Point Load Test") também conhecido por ensaio Franklin, é um método alternativo de aferir a resistência à compressão simples das rochas e consiste na determinação do índice de resistência ou índice de carga pontual, a partir da rotura de amostras de rochas, obtidas nas carotes de sondagens, aplicando uma força pontual crescente.

Com base nos ensaios de compressão simples (σc) e o índice de carga pontual (Is(50)) é possível recorrer à classificação proposta pela ISRM (Tabela 14) que estabelece um grau de qualidade da rocha, em função da resistência obtida.

Tabela 14 – Grau de qualidade da rocha, segundo ISRM.

GRAU	DESIGNAÇÃO	σ_c (MPa)	$I_{S(50)}$ (MPa)	ANÁLISE EXPEDITA
R6	Extremamente elevada	>250	>10	A rocha lasca depois de sucessivos golpes de martelo e ressoa quando batida
R5	Muito elevada	100 – 250	4 – 10	Requer muitos golpes de martelo para partir espécimes intactos de rocha
R4	Elevada	50 – 100	2 – 4	Pedaços pequenos de rocha seguros com a mão são partidos com um único golpe de martelo
R3	Mediana	25 – 50	1 – 2	Um golpe firme com o pico do martelo de geólogo faz identações até 5 mm; com a faca consegue-se raspar a superfície
R2	Baixa	5 – 25	(*)	Com a faca é possível cortar o material, mas este é demasiado duro para lhe dar a forma de provete para ensaio triaxial
R1	Muito baixa	1 – 5	(*)	O material desagrega-se com golpe firme do pico de martelo de geólogo
R0	Extremamente baixa	0,25 – 1	(*)	Consegue-se marcar com a unha

(*) – Não são consideradas minimamente fiáveis as correlações com a resistência à compressão simples.

De acordo com, *Bieniawski Z. T Enginnering Classification of Joined Rock Masses*, é ainda possível estabelecer uma Classificação da Resistência à Carga Pontual de Rochas intactas Is(50), distribuída por classes (Tabela 15).

Tabela 15 – Classificação da Resistência à Carga Pontual de Rochas intactas Is(50) [MPa].

Classe	Tipo de Resistência	Is(50) [MPa]
A	Muito Alta	> 8,0
B	Alta	4,0 - 8,0
C	Média	2,0 - 4,0
D	Baixa	1,0 - 2,0
E	Muito Baixa	0,0 - 1,0

Os resultados dos ensaios de laboratório constam do Anexo III.

8.3.1 Ensaios sobre amostras de água

Para além dos ensaios supracitados, foi prevista a realização da determinação de PH, teor de sulfatos, teor de cloretos e agressividade da água ao betão (NP EN 206-1 [10]), em amostras de água colhidas nos piezómetros instalados.

Os resultados dos ensaios de laboratório constam do Anexo III.

8.4 INSTALAÇÃO DE INSTRUMENTAÇÃO

8.4.1 Piezómetros

Os Piezómetros são instrumentos utilizados para medir a cota do nível de água do solo, num determinado local, bem como para a colheita de água para submeter a ensaios de laboratório. Consistem num tubo de PVC crepinado, revestido com geotêxtil, instalado num furo de sondagem. O espaço entre o tubo e as paredes do furo, na zona crepinada, é preenchido com areia e/ou gravilha fina "areão calibrado", sendo o restante selado com calda de cimento e

o topo protegido por uma tampa, de forma a evitar a entrada de objetos e/ou poeiras e a possível obstrução do tubo. O objetivo é permitir que a água penetre no tubo onde o intercetar.

As leituras poderão ser realizadas com um medidor de nível de água, com as frequências recomendadas em projeto, podendo ser intensificadas ou ajustadas quando se justifique. Consiste na inserção de uma sonda de medição acoplada a uma fita métrica, no tubo piezométrico que se encontra à cota de boca da sondagem ou ligeiramente acima. Quando a sonda intersecta o nível de água, emite um sinal sonoro, é registada a profundidade e recolhida para a superfície (Figura 10).

Figura 10 – Sonda piezométrica de medição utilizada.

Na totalidade foram instalados três piezómetros dos quatro previstos com comprimentos de 9.00m, 12.00m e 10.50m, relativos às profundidades atingidas pelas sondagens S1, S4 e S6, respetivamente.

Relativamente à instalação do piezómetro previsto na sondagem S8 e tendo como referência os resultados de leituras dos piezómetros já instalados, considerou-se que a instalação deste piezómetro não traria mais valia técnica ao estudo, pois a furação foi realizada em maciço calcário, que não apresenta tendência à presença de água, pois as fraturas encontram-se, na generalidade, preenchidas por argila não permitindo a percolação de água. Por outro lado, a água presente nos piezómetros é resultado da furação e que não foi possível esgotar na totalidade após a conclusão do furo. Verifica-se na Figura 11 que, ao longo do tempo, o nível de água dos piezómetros desce gradualmente com o tempo, infiltrando-se no maciço rochoso, interpretando-se como não ocorrência de afluências de água no maciço.

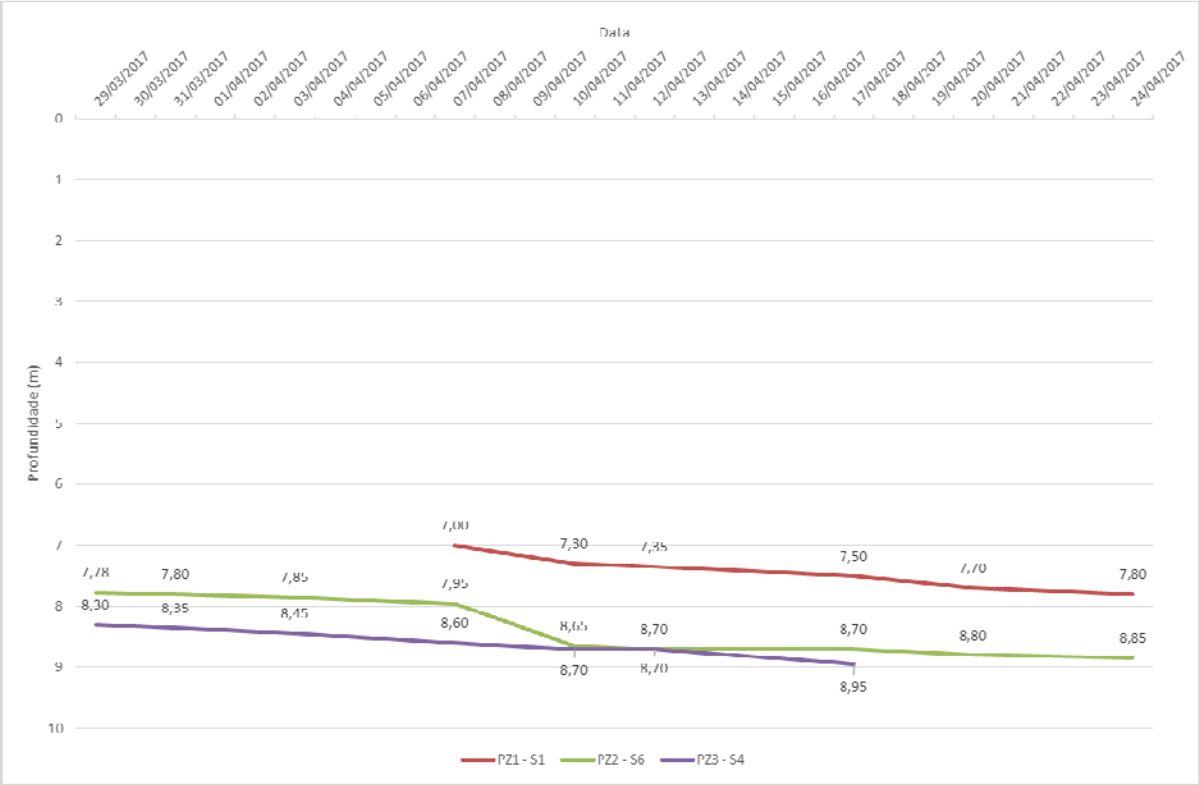


Figura 11 – Níveis de água medidos nos piezómetros instalados.

Durante as leituras dos piezómetros verificou-se que no dia 17/04/2017 o piezómetro PZ3 instalado na sondagem S4 se encontrava colmatado, eventualmente devido a qualquer elemento estranho que foi colocado no seu interior, alheio à equipa de projeto, pelo que não foi possível dar continuidade à leitura de níveis de água nesse piezómetro.

9. RESULTADOS OBTIDOS

9.1 SONDAGENS

Com base nas informações do reconhecimento geológico de superfície e da prospeção geotécnica, no local do Loteamento do Rio Seco, foram interessados:

Depósitos Recentes

At – Depósitos de Aterro

Estes depósitos foram reconhecidos em todas as sondagens realizadas, com exceção da sondagem S8, com cerca de 2.0m de espessura máxima. São constituídos por solos areno-argilosos de cor castanho amarelado, com fragmentos de alvenaria e calcários dispersos, com $d_{máx}$ de 3 a 5 cm, resultantes da demolição dos edifícios anteriormente existentes.

β+a+A – Depósitos de Basalto, Aluviões e Aterros, misturados

Estes depósitos foram reconhecidos nas sondagens S1 a S4, compreendendo uma zona onde se presume ter estado a linha de água denominada Rio Seco. Consiste da acumulação de materiais de diferentes naturezas, desde fragmentos de basalto e de calcários a alvenaria e outros. Apresentam dmáx variável entre 7cm e 14cm, com características roladas a angulosas. A envolver estes materiais ocorrem solos areno argilosos de cor escura.

Foram intersetados abaixo dos depósitos de aterro, com uma espessura variável entre 3.5m e 6.5m, sendo a profundidade máxima de ocorrência a cerca de 8.0m na sondagem S4. Apresentam fraca a boa recuperação, entre 13% e 100% e sem RQD. Quando realizados ensaios SPT verifica-se que atingem na maioria das vezes a “nega” (60 pancadas), de forma brusca, muito por influências dos fragmentos rochosos ocorrentes.

Cretácico

C^3c – Calcários cristalizados com rudistas e calcários apinhados com Neolobites vibrayeanus

Estes materiais são constituídos por calcários cristalinos com rudistas, de cor cinzenta, pouco a medianamente alterado (W2 a W3) e medianamente a

muito fraturado (F3 a F4), com ocorrências de passagens de calcário são (W1) e pouco fraturado (F2) bem como passagens muito alteradas (W4) e muito fraturadas (F5). Frequentemente as fraturas apresentam abertura de cerca de 1cm e preenchimento argiloso.

Foram reconhecidos em todas as sondagens realizadas, logo após os depósitos de aterros, e depósitos de β+a+A, bem como de basalto ocorrente na região, constituindo assim o substrato rochoso da região. Apresentam uma recuperação, em geral, boa entre 87% a 100%, sendo que possa ser fraca onde ocorrem solos de alteração dos calcários, como acontece na sondagem S6. O RQD normalmente é fraco a muito fraco, variando entre 7% e 30%, com ocorrência de zonas de RQD médio a bom entre 60% e 80%.

Nos solos de alteração dos calcários, em que foram realizados ensaios SPT, verifica-se que os valores caracterizam estes solos como sendo de consistência muito dura a rija, com valores de SPT entre 28 e 31.

Complexo Vulcânico de Lisboa

β e β' – Basaltos e intercalações Vulcano-sedimentares

Embora ocorrente na região e nas proximidades do local em estudo, apenas foi reconhecido na sondagem S2, a partir dos 8.0m de profundidade, abaixo dos depósitos de β+a+A, até cerca de 12.6m de profundidade onde foi intersetado o maciço calcário.

Apresenta-se como um estrato rochoso delimitado à sondagem S2 que se admite ser um antigo afluente do Rio Seco, onde se instalou este maciço. Encontra-se pouco a medianamente alterado (W2 a W3) e muito fraturado (F4 a F5), podendo ocorrer zonas pontuais de maciço decomposto (W5). Apresentam boa recuperação, entre 80% e 87% e fraco RQD de 10%.

9.2 ENSAIOS DE LABORATÓRIO

9.2.1 Ensaios sobre amostras de solos

Sobre uma amostra de solos selecionados na sondagem S6, representativa do horizonte mais alterado do maciço calcário, foram realizados os ensaios referidos ponto 8.3.1, cujos resultados se apresentam na Tabela 16.

Tabela 16 – Resultados dos ensaios de laboratório sobre solos.

Referência da Amostra			Análise granulométrica			Limites		W (%)	Classificação	
Amostra	Sond.	Prof. (m)	#10 (%)	#40 (%)	#200 (%)	LL (%)	IP (%)		AASHTO	UNIFICADA
LC.075.17	S6	4,50 – 6,00	88.6	78.6	63.4	NP	NP	19.4	A-4 (6)	ML

Verifica-se assim que a amostra selecionada corresponde a um solo sem plasticidade e teor em água natural (W) de 19.4%. A análise granulométrica revelou que a fração inferior a #10 tem 88.6%, #40 tem 78.6% e #200 tem 63.4%. Estes solos enquadram-se nos grupos A-4 da classificação AASHTO e ao grupo ML da classificação Unificada.

9.2.2 Ensaios complementares sobre amostras de rochas

Nas sondagens realizadas foram selecionadas amostras de rocha, representativas dos Calcários Cristalinos, sobre as quais foram realizados os ensaios referidos no ponto 8.3.2, cujos resultados se apresentam na Tabela 17.

Tabela 17 – Resultados dos ensaios de laboratório sobre rocha.

Ref. Amostra	Sond.	Prof. (m)	Peso Específico		Compressão Uniaxial	Média Is (50) [MPa]	Correlação Is (50) – σc [MPa]
			γd (g/cm3)	Absorção (%)	σc (MPa)	Teste Axial	
LC.073.17	S3	6.0 – 6.5	2.53	1.37	-	6.27	125.4
LC.078.17	S3	9.9 – 10.3	2.68	0.49	75.54	-	-
LC.079.17	S4	8.0 – 9.0	2.61	2.54	-	-	-
LC.074.17	S5	2.0 – 2.7	2.66	0.28	47.33	3.26	65.2
LC.076.17	S6	7.5 – 8.3	2.69	0.04	101.07	3.27	65.4
LC.080.17	S7	2.0 – 3.0	2.64	2.07	-	-	-
LC.077.17	S8	3.0 – 4.5	1.82	8.00	-	1.05	21.0

Segundo as recomendações da ISRM, "Suggested methods for determining Point Load Strenght (1985)", é possível estabelecer uma correlação entre os resultados de carga pontual e os valores de tensão de rotura (σci), em que:

σci = a x Is(50), sendo que a varia entre 20 e 25

Os valores de a podem ser relacionados diretamente com o estado de alteração da rocha ensaiada, aumentando com a melhoria da qualidade da rocha.

No presente caso, e de acordo com a Tabela 17, verifica-se que o valor obtido para Is(50) varia entre 1.05 MPa e 6.27MPa e absorções de água entre 0.04% e 8.0%. Se se optar por estabelecer a relação com o valor de tensão de rotura obtido, como anteriormente se referiu, considerando que a = 20, poderá inferir-se que o maciço apresenta uma resistência à compressão uniaxial entre 21MPa e 125MPa. No entanto, de acordo com a Tabela 14, os resultados de Is(50) enquadram-se no Grau R3 a R5, que corresponde a uma rocha de resistência mediana a muito elevada, respetivamente, e de acordo com a Tabela 15 enquadra-se na Classe D a B, que corresponde a uma rocha de resistência baixa a alta, respetivamente.

Por outro lado, nos ensaios de compressão uniaxial realizados, obteve-se o valor de σc entre 47MPa e 101Mpa, que de acordo com a Tabela 14 enquadra estas rochas como pertencentes ao Grau R3 a R5 que corresponde a uma rocha de resistência mediana a muito elevada, respetivamente.

De forma conservativa, tendo em conta o estado de alteração e grau de fraturação do maciço rochoso, considera-se que, na generalidade, esta formação apresenta uma resistência à compressão uniaxial da ordem de 60MPa, enquadrando-se no Grau R4, correspondente a uma rocha de resistência elevada.

9.2.3 Ensaios sobre amostras de água

Em duas amostras de água recolhidas nos piezómetros instalados nas sondagens S1 e S6, foram realizados a determinação de PH, teor de sulfatos, teor de cloretos e agressividade da água ao betão, de acordo com a NP EN 206-1 [11], cujos resultados se apresentam na Tabela 18.

Tabela 18 – Resultados dos ensaios de laboratório sobre amostras de água.

Ref. Amostra	Sond.	Prof. (m)	Determinação PH	Alcalinidade mg(CaCO3)/L	CO2 agressivo na água mg(CO2)/L	Teor de Sulfatos mg(SO4)/L	Teor de Cloretos mg/L
11006-17	S6	8.70	7.50	238	< 2	72	76
11007-17	S1	7.50	8.09	108	< 2	30	36

Constata-se que o PH da água tende para básico, variando entre 7.5 e 8.0 e alcalinidade entre 108 e 238 mg(CaCO3)/L. O CO2 agressivo na água é inferior a 2 mg(CO2)/L, o teor de sulfatos varia entre 30 e 72 mg(SO4)/L e o teor de cloretos varia entre 36 e 76 mg/L.

De acordo com os resultados obtidos, constantes do anexo III, para o tipo de água ocorrente no local poderá ser utilizado um betão de classe de exposição para ataque químico proveniente de solos naturais e águas neles contidas, do tipo XA1.

10. CONSIDERAÇÕES TÉCNICAS

10.1 CONSIDERAÇÕES GEOTÉCNICAS

As considerações apresentadas neste relatório baseiam-se nos resultados dos trabalhos de prospeção e ensaios realizados "in-situ" e em laboratório, que como é sabido têm um carácter pontual, muito embora se admita que possam corresponder à realidade dos terrenos atravessados. Para além destes, foram também baseados na experiência que se possui em obras em maciços com idênticas características.

A parametrização geotécnica é feita com base em correlações com os ensaios SPT existentes na literatura da especialidade (Bowles e Hoek; Bieniawski (1989)), bem como na classificação de Bieniawski (1989) para maciços rochosos que, com as devidas ressalvas, permite classificar a qualidade do maciço, através do cálculo do RMR (Rock Mass Rating), desconsiderando quer a geometria, quer a profundidade, bem como a tipologia de carregamento.

Durante a execução da obra recomenda-se que sejam introduzidas, se necessário, adaptações às condições da realidade encontrada, pelo que deverá ser acompanhada por um especialista em geotecnia, que possa confirmar os parâmetros geotécnicos estimados, bem como as considerações geotécnicas daí inerentes e apresentadas, adaptando-as às condições reais da obra.

10.2 PARÂMETROS GEOTÉCNICOS

Atendendo aos resultados dos trabalhos de prospeção e das características geomecânicas dos terrenos interessados, houve a necessidade de definir um zonamento geotécnico, procurando agrupar os terrenos interessados.

ZONA GEOTÉCNICA 2 – (ZG2):

Litologia: Aterros (At) e mistura de basaltos com calcários e aterros (β+a+A).

SPT: superiores a 60 pancadas

Ocorrência: Ocorrem desde a superfície até ao horizonte geotécnico ZG1.

Embora se considere que estes materiais serão para sanear e conduzir a vazadouro licenciado, para efeito de dimensionamento de elementos estruturais estima-se que para esta zona sejam válidos os seguintes parâmetros geotécnicos apresentados na Tabela 19.

Tabela 19 – Parâmetros geotécnicos para a zona geotécnica 2.

Peso volúmico (γ)	1.80 a 2.10 g/cm^3
Ângulo de atrito (ϕ):	35º
Coesão (c):	0.025 a 0.050 MPa
Módulo de deformabilidade (ε):	15 a 20 MPa

ZONA GEOTÉCNICA 1 – (ZG1):

Litologia: Calcários cristalinos (C^3c) e basaltos (β – β').

Ocorrência: abaixo dos depósitos de aterros (At) e acumulações de fragmentos de basalto, calcário e aterros (β+a+A), bem como superficialmente.

Adotando a classificação de Bieniawski (1989) para maciços rochosos, considera-se com as devidas ressalvas:

- Tensão média de rotura (σ) de 60 MPa;
- RQD médio de 30%;
- Medianamente fraturado (F3);
- Maciço medianamente alterado (W3);

- Superfícies das descontinuidades ligeiramente rugosas, abertas, com preenchimento argiloso superior a 5mm, com paredes medianamente alteradas e orientação favorável para fundações;
- Características hidrológicas nulas;

Verifica-se que se obtém um RMR = 44, pertencente à classe III, que se caracteriza por um maciço de média qualidade. De acordo com os ensaios realizados estima-se que para esta zona sejam válidos os parâmetros geotécnicos apresentados na Tabela 20, com as devidas ressalvas.

Tabela 20 – Parâmetros geotécnicos para a zona geotécnica 1.

Peso volúmico (γ)	2.60 g/cm^3
Ângulo de atrito do maciço rochoso (ϕ):	25º a 35º
Coesão da massa rochosa (c):	0.2 a 0.3 MPa
Módulo de deformabilidade (ε):	5000 a 20000 MPa

10.3 DECAPAGEM E SANEAMENTO

De acordo com a prospeção efetuada, foram reconhecidos depósitos de aterro (At) e acumulações de fragmentos de basalto, calcário e alvenaria, carreados pelo Rio Seco, que totalizam profundidade entre 5.0m e 8.0m. Atendendo à natureza destes materiais, não se considera que apresentem características geotécnicas adequadas para servir de fundação de estruturas edificadas bem como para serem reutilizados em aterro. Atendendo a que estes materiais serão escavados aquando da realização das fundações, considera-se que sempre que possível, deverão ser totalmente saneados e conduzidos a vazadouro licenciado.

Embora não tenham sido intersectados solos com características de terra vegetal, considera-se que caso em fase de obra sejam reconhecidos, que deverão ser decapados e reservados para posterior reutilização no revestimento de aterros que eventualmente venham a ser realizados.

Sempre que ao nível das fundações sejam reconhecidos solos argilosos, com características geotécnicas deficientes e potencial expansivo, recomenda-se o seu total saneamento e condução a vazadouro licenciado.

10.4 ESCAVABILIDADE E INCLINAÇÃO DOS TALUDES

As formações superficiais que irão ser intercetadas pelas escavações a realizar, serão essencialmente constituídas por aterros e acumulação de fragmentos de basalto, calcário e alvenaria carreados pelo Rio Seco, conforme referido anteriormente. Considera-se que estes materiais poderão ser escavados com meios mecânicos ligeiros, do tipo retroescavadora ou giratória, com inclinações provisórias da ordem de 1.5V/1H até cerca de 3.0m de profundidade. Se houver necessidade de atingir maior profundidade, sugere-se o recurso de entivamento nestas formações, a fim de garantir a sua estabilidade. Para inclinações definitivas recomenda-se inclinações da ordem de 1V/1.5H, cujos taludes deverão ser revestidos com terra vegetal em cerca de 0,10m de espessura a fim de prevenir a desagregação destes materiais à erosão e permitir a fixação de espécies vegetais.

Atendendo a que as edificações a construir irão ter pisos enterrados, considera-se que, também, serão intersectadas formações rochosas, nomeadamente no quadrante W - NW do local em estudo, constituídas por calcários cristalinos e pontualmente basaltos. Quando estas rochas se encontrem mais alteradas e fraturadas admite-se que possam ser escavadas com meios mecânicos ligeiros, do tipo retroescavadora ou giratória, em contrapartida as zonas menos alteradas e menos fraturas exigem a necessidade de recorrer a meios de escavação mais potentes do tipo *ripper* e/ou com martelo pneumático acoplado. Atendendo à presença de habitações próximas, não se recomenda a utilização de explosivos.

Para as escavações provisórias em rocha, considera-se que os taludes serão estáveis com inclinações da ordem de 2V/1H, no entanto deverá ser avaliado o estado de alteração e grau de fraturação do maciço, pois em zonas em que ocorra maior alteração e/ou fraturação deverá recorrer-se ao entivamento e/ou eventual adoçamento dos taludes. Para taludes definitivos nestas formações consideram-se estáveis para inclinações da ordem de 1V/1H.

Em qualquer das formações intersetadas, caso surjam afluências de água aos taludes de escavação, deverá ser avaliada a necessidade de entivação a fim de garantir a sua estabilidade.

10.5 APLICABILIDADE DE SOLOS / ROCHA DE ESCAVAÇÃO

De uma maneira geral, no que se refere à aplicação e comportamento em aterro dos solos ensaiados, representativos da alteração dos calcários cristalinos, verifica-se que se trata de solos finos, muito sensíveis à presença de água, que poderá potenciar a sua erosão e, por sua vez, propícia a assentamentos significativos, que comprometem a integridade dos aterros. Nesse sentido, deverão ser evitados na parte inferior dos aterros ou onde seja suscetível o contacto com águas de escorrência superficial ou subterrânea.

A classificação para fins rodoviários (AASHTO), enquadra estes solos nos grupos A-4 e considera que têm um comportamento Médio quando aplicado em obra. A classificação Unificada identifica estes solos como pertencentes aos grupos ML da classificação Unificada, com um comportamento médio na sua utilização nas zonas de corpo de aterro bem como na parte superior do aterro, desde que este se encontre bem impermeabilizado, com uma drenagem adequada, para reduzir ao máximo a percolação de água no seu interior. Para camadas mais nobres, tais como camadas de leito de pavimento, estes solos não são aplicáveis.

De uma maneira geral os solos ML (classificação UNIFICADA), caracterizam-se ainda por:

- Permeabilidade em estado compactado: Semipermeável a Impermeável;
- Resistência ao corte em estado compactado e saturado: Média;
- Compressibilidade no estado compactado e saturado: Média;
- Facilidade de tratamento em obra: Média.
- Aptidão relativa para aplicação em aterros:
    - Homogéneos: Média;
    - Núcleo: Média;
- Aptidão relativa para aplicação em estradas:

Camadas do pavimento: Não aplicável;

Relativamente ao material rochoso, quer calcário quer de basalto que venha a ser escavado com potencial de reutilização, considera-se que após britagem poderão apresentar características adequadas para agregados, no entanto, caso se pretenda a reutilização destas rochas deverão ser submetidos a ensaios de laboratório específicos para determinar a sua adequabilidade.

11. CONSIDERAÇÕES GERAIS DE FUNDAÇÃO

Na área de implantação do Loteamento do Rio Seco ocorrem depósitos de aterro e de carreamento constituídos por fragmentos de basalto, calcário e alvenaria, misturados. Este conjunto de depósitos, caracterizados como pertencentes à zona geotécnica ZG2 e enquadrados com maior expressão no lado Este do empreendimento, considera-se que não apresentam características adequadas para servir de fundação a estruturas edificadas. Assim, sugere-se que as fundações dos edifícios a construir sejam sempre dirigidas ao maciço calcário e basáltico ocorrentes abaixo dos depósitos supra mencionados, ou seja, que sejam dirigidas à zona geotécnica ZG1, cujos parâmetros geotécnicos estão definidos, de forma conservativa, na Tabela 20 e onde se estimam tensões máximas admissíveis superiores a 400kPa.

Atendendo ao dispositivo geológico ocorrente em que a zona geotécnica ZG1, constituída essencialmente por maciço rochoso calcário, tanto ocorre à superfície como a cerca de 8.0m de profundidade (sondagem S4), considera-se que a solução de fundação passa pelas fundações diretas, sempre que após as escavações das caves ocorra ZG1, situação que se presume no quadrante N-NW da zona em estudo; a semi-diretas por pegões quando após a escavação das caves, ainda, surjam materiais característicos ZG2 e que economicamente não seja viável a escavação para proceder à fundação direta. Deverá equacionar-se a possibilidade de se realizar fundações indiretas por estacas, quando a espessura do ZG2 seja muito elevada, como se espera nas proximidades do local onde foi realizada a sondagem S4, onde o ZG2 foi reconhecido com cerca de 8.0m de profundidade.

Caso seja necessário recorrer a fundações indiretas por estacas recomenda-se que estas sejam realizadas com tubo molde recuperável a fim de evitar a queda de materiais do ZG2, ou eventualmente estacas pré

fabricadas, garantindo a sua cravação no maciço rochoso de pelo menos 2 diâmetros de estaca, onde se considerem garantidos os parâmetros geotécnicos para ZG1.

Sempre que ao nível da fundação ocorram solos com características geotécnicas deficientes e potencial compressivo, deverão ser totalmente saneados e conduzidos a vazadouro licenciado.

Embora não se tenha evidências de água, na técnica construtiva a adotar, deverá ser considerada essa possibilidade, a fim de não comprometer as escavações e fundações a realizar.

Caso venham a ser realizados aterros em obra, os solos a aplicar deverão ser colocados em camadas com cerca de 0,20 m de espessura, a confirmar em obra, em função dos resultados do aterro experimental, com um teor em água entre $W_{ópt}$-1,5 e o $W_{ópt}$+1,5 para um grau de compactação de 98%. Para se conseguir a ótima performance de comportamento, será imprescindível o controlo de compactação durante a sua execução, realizando medições em cada camada de aterro executada.

As inclinações dos taludes definitivos de aterro deverão ser da ordem de 1V/1.5H e o seu revestimento com 0.10cm de espessura de terra vegetal. Esta solução garante a estabilidade dos taludes e a fixação da cobertura vegetal.

Lisboa, Abril de 2017

Coordenação

Fernando Cavaco
Geólogo, Betoteste

José Roma, Diretor de Produção
Eng.º, Betoteste

Vistos

Carlos Mesquita, Diretor Técnico
Eng.º Civil, Oz

Este relatório, incluindo todas as suas peças escritas e desenhadas – salvo indicação contrária nelas expressa – é da exclusiva autoria e propriedade da Oz - Diagnóstico, Levantamento e Controlo de Qualidade em Estruturas e Fundações, Lda. As informações nele contidas são, no entanto, livremente utilizáveis pelo Cliente.

FICHA TÉCNICA DO PROCESSO

1 - Técnicos de Inspeções e Ensaios:

-

2 – Equipamentos de ensaio (relevantes):

Designação	***Código interno***	***Validade Calibração***
-	-	-

3 – Serviços externos:

Fornecedor	***Serviço***	***Certificado/Acreditado***
BETOTESTE - Gabinete de Estudos de Geotecnia, Lda		

4 – Desenho:

Bruno Moura, Técnico de Levantamentos, Oz, Lda. Revisão.

Referências Bibliográficas

[1] - ASTM D1586 - Standard test method for Standard Penetration Test (SPT) and split-barrel sampling of soils.

[2] - NF P94-132 Octobre 2000 - Sols : reconnaissance et essais - Essai d'eau Lefranc

[3] - NP 84:1965 - Solos. Determinação do teor em água.

[4] - LNEC E 196-1966 - Solos. Análise granulométrica.

[5] - NP 143:1969 - Solos. Determinação de limites de consistência.

[6] - NP 83:1965 - Solos. Determinação da densidade das partículas.

[7] - ASTM D7012-10 - *Standard Test Method for Compressive Strength and Elastic Moduli of Intact Rock Core Specimens under Varying States of Stress and Temperatures*

[8] - ASTM D6473-10 - *Standard Test Method For Specific Gravity And Absorption of Rock For Erosion Control*

[9] - *ISRM - INTERNATIONAL SOCIETY FOR ROCK MECHANICS - Suggested Method.*

[10] - NP EN 206-1 – Betão Parte 1 – Especificação, Desempenho, Produção e Conformidade.

[11] - NP EN 206-1 – Betão Parte 1 – Especificação, Desempenho, Produção e Conformidade.

ANEXOS

ANEXO I – Boletins individuais de sondagem

PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA

Sondagem mecânica à rotação

Boletim de Sondagem

Sondagem	S1
Nº Requisição	ORC.13.17

Cliente: SCML - Santa Casa da Misericórdia de Lisboa

Obra: EGG Loteamento Rio Seco

Localização: Lisboa

Coordenadas: Datum 73

M: -92079.578

P: -106620.813

Z: 15.70m

Início: 27/03/2017

Término: 07/04/2017

Prof. atingida: 9,00m

Furação: [0.00 aos 9.00] - T2 86mm

Revestimento: [0.00 aos 7.50] - 98mm

Equipamento: COMACCHIO, GEO150

Inclinação: 90º

Profundidade (m)	Nível de água / Piezómetro	Unid. Estratigráfica	Litologia	Descrição litológica	Alteração (W)	Fracturação (F)	Rec. Simples (%) / % RQD	Ensaio SPT (1ª fase, 2ª fase)	N (SPT)	Penetração (cm)	Ensaios/ Amostragem
0 – -1,50		Aterro		[0,00, -1,50] Aterro constituído por solos areno-argilosos de cor castanho amarelado, com fragmentos de alvenaria e calcários dispersos, de dmáx = 3cm.			7,0				
-1,50 – -5,00		**B+a+A		[-1,50, -5,00] Aterro / entulho constituído por solos argilo-arenosos de cor castanho, de granulometria média a grosseira, com fragmentos de calcário, alvenaria e basalto dispersos, dmáx=9cm.			40,0; 80,0	7; 14; 60		0	
-5,00 – -9,00		*C3c - Calcários cristalinos		[-5,00, -9,00] Calcário cristalino, de cor cinzento, muito a medianamente alterado (W4 a W3) e muito fraturado (F4 a F5), com fraturas com abertura com cerca de 1cm e preenchidas com argila. Apresenta evidências de carsificação.	W4 a W3	F4 a F5	100,0; 7,0; 100,0; 10,0; 100,0				Lefranc 1

Observações: * de acordo com a Carta Geológica de Portugal, Folha 3 - Lisboa, escala 1/10 000; **B+a+A - Basalto, aluviões e aterros misturados
Piezómetro instalado até aos 9.0m de profundidade, com crepinado entre os 1.0m e 8.0m de profundidade.

Elaborado por: Fernando Cavaco **Verificado por:** Fernando Cavaco **Data:** 10/04/2017 **Responsável Técnico: José Roma**

Betoteste – Gabinete de Estudos de Geotecnia, Lda.
Núcleo Empresarial da Venda do Pinheiro Zona Norte Rua D Pavilhão N.º 70
2665-601 Venda do Pinheiro | Telefone 219 663 340 | Fax 219 663 349 | Mail betoteste@betoteste.pt

É expressamente proibida a reprodução total ou parcial deste boletim sem prévia autorização da BETOTESTE

Prospecção Geotécnica
Registo Fotográfico de Sondagens

Cliente:	SCML - Santa Casa da Misericórdia de Lisboa	**N.º Requisição:**	ORC.13.17
		Data Realização:	27/03_07/04/2017
Obra:	EGG Loteamento Rio Seco		

Sondagem S1

0.00m - 4.90m

4.90m - 7.80m

Prospecção Geotécnica
Registo Fotográfico de Sondagens

Cliente:	SCML - Santa Casa da Misericórdia de Lisboa	**N.º Requisição:**	ORC.13.17
		Data Realização:	27/03_07/04/2017
Obra:	EGG Loteamento Rio Seco		

Sondagem S1

7.80m - 9.00m

PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA

Sondagem mecânica à rotação

Boletim de Sondagem

Sondagem	S2
Nº Requisição	ORC.13.17

Cliente: SCML - Santa Casa da Misericórdia de Lisboa

Obra: EGG Loteamento Rio Seco

Localização: Lisboa

Coordenadas: Datum 73
M: -92093.621
P: -106674.841
Z: 16.07m

Início: 14/03/2017
Término: 14/03/2017
Prof. atingida: 13,50m

Furação: [0.00 aos 13.50] - T2 86mm
Revestimento: [0.00 aos 12.00] - 98mm
Equipamento: COMACCHIO, GEO150
Inclinação: 90º

Profundidade (m)	Nível de água / Piezómetro	Unid. Estratigráfica	Litologia	Descrição litológica	Alteração (W)	Fracturação (F)	Rec. Simples (%) / % RQD	Ensaio SPT (1ª fase, 2ª fase)	N (SPT)	Penetração (cm)	Ensaios/ Amostragem
0		Aterro		[0,00, -3,00] Aterro constituído por solos argilosos de cor castanho amarelado, com fragmentos de alvenaria e calcários dispersos, de dmáx = 5cm.			33,0 / 23,0	2, 9			
-3		*B+a+A		[-3,00, -8,00] Aterro / entulho constituído por solos argilo-arenosos de cor castanho, de granulometria média a grosseira, com fragmentos de calcário, alvenaria e basalto dispersos, dmáx=9cm.			100,0 / 60,0	6, 20	60	0	
-8		*B		[-8,00, -9,00] Basalto, pouco alterado (W2) e muito fraturado (F4), com fraturas abertas com cerca de 2cm e preenchidas por argilas de cor castanho.	W2	F4	87,0 / 87,0	12, 19	60	0	
-9		*B'		[-9,00, -12,60] Maciço Vulcano-sedimentar, constituído por alternâncias de calcários e siltitos de cor rosácea, medianamente alterado a decomposto (W3 a W5) e muito fraturado (F4 a F5).	W3 a W5	F4 a F5	80,0 / 10,0 / 87,0	8, 29	60	0	
-12		*C3c		[-12,60, -13,50] Calcário cristalino, de cor cinzento, pouco a medianamente alterado (W2 a W3) e medianamente fraturado (F3), com fraturas sub-verticais.	W2/W3	F3	13,0 / 100,0				

Observações: * de acordo com a Carta Geológica de Portugal, Folha 3 - Lisboa, escala 1/10 000;
Perca total de água a 12.0m de profundidade.

Elaborado por: Fernando Cavaco **Verificado por:** Fernando Cavaco **Data:** 24/03/2017 **Responsável Técnico: José Roma**

Betoteste – Gabinete de Estudos de Geotecnia, Lda.
Núcleo Empresarial da Venda do Pinheiro Zona Norte Rua D Pavilhão N.º 70
2665-601 Venda do Pinheiro | Telefone 219 663 340 | Fax 219 663 349 | Mail betoteste@betoteste.pt

É expressamente proibida a reprodução total ou parcial deste boletim sem prévia autorização da BETOTESTE

Prospecção Geotécnica
Registo Fotográfico de Sondagens

Cliente:	SCML - Santa Casa da Misericórdia de Lisboa	**N.º Requisição:**	ORC.13.17
		Data Realização:	14/03/2017
Obra:	EGG Loteamento Rio Seco		

Sondagem S2

0.00m - 5.00m

5.00m - 8.80m

Prospecção Geotécnica
Registo Fotográfico de Sondagens

Cliente:	SCML - Santa Casa da Misericórdia de Lisboa	**N.º Requisição:**	ORC.13.17
		Data Realização:	14/03/2017
Obra:	EGG Loteamento Rio Seco		

Sondagem S2

8.80m - 12.40m

12.40m - 13.50m

PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA

Sondagem mecânica à rotação

Boletim de Sondagem

Sondagem	S3
Nº Requisição	ORC.13.17

Cliente: SCML - Santa Casa da Misericórdia de Lisboa

Obra: EGG Loteamento Rio Seco

Localização: Lisboa

Coordenadas: Datum 73

M: -92101.082

P: -106713.136

Z: 16.46m

Início: 10/03/2017

Término: 10/03/2017

Prof. atingida: 10,50m

Furação: [0.00 aos 10.50] - T2 86mm

Revestimento: [0.00 aos 6.00] - 98mm

Equipamento: COMACCHIO, GEO150

Inclinação: 90º

Profundidade (m)	Nível de água / Piezómetro	Unid. Estratigráfica	Litologia	Descrição litológica	Alteração (W)	Fracturação (F)	Rec. Simples (%) 0,0 – 100,0 / % RQD 0,0 – 100,0	Ensaio SPT (1ª fase, 2ª fase; N SPT 0,0 – 60,0)	N (SPT)	Penetração (cm)	Ensaios/ Amostragem
0		*		[0,00, -0,10] Argamassa de cimento.							
-1		Aterro		[-0,10, -1,50] Aterro constituído por solos argilosos de cor castanho amarelado, com fragmentos de alvenaria e calcários dispersos, de dmáx = 5cm.			10,0		1 5		
-2				[-1,50, -6,10] Aterros / entulho, constituídos por solos areno-argilosos de granulometria média a grosseira, de cor castanho escuro, com fragmentos de calcário, alvenaria e basalto, dispersos, com dmáx = 7cm.			20,0		4 4		
-3											
-4		***B+a+A					13,0				
-5				[-6,10, -6,60] Calcário cristalino de cor cinzento, medianamente alterado (W3) e muito fraturado (F4), com evidências de carsificação. #Zona de transição de aterros e calcários não se encontra bem definida.			50,0		6 28		
-6					W3	F4			8 16		PLT
-7				[-6,60, -10,50] Calcário de cor esbranquiçada, com rudistas (rocha branda), pouco a medianamente alterado (W2 a W3), medianamente a muito fraturado (F3 a F4), com passagens muito fraturadas (F5).			67,0		60	0	
-8		*C3c - Calcários Cristalinos			W2 a W3	F3 a F4, F5	21,0 – 97,0				
-9											
-10							47,0 – 100,0				CU

Observações: * de acordo com a Carta Geológica de Portugal, Folha 3 - Lisboa, escala 1/10 000; ** Pavimento; ***B+a+A - Basalto, aluviões e Aterros, misturados

Água não vem à boca do furo até cerca de 9.0m de profundidade. Entre os 9.0m e 10.5m a água recuperou e vem à boca.

Elaborado por: Fernando Cavaco **Verificado por:** Fernando Cavaco **Data:** 24/03/2017 **Responsável Técnico: José Roma**

Betoteste – Gabinete de Estudos de Geotecnia, Lda.
Núcleo Empresarial da Venda do Pinheiro Zona Norte Rua D Pavilhão N.º 70
2665-601 Venda do Pinheiro | Telefone 219 663 340 | Fax 219 663 349 | Mail betoteste@betoteste.pt

É expressamente proibida a reprodução total ou parcial deste boletim sem prévia autorização da BETOTESTE

Prospecção Geotécnica
Registo Fotográfico de Sondagens

Cliente:	SCML - Santa Casa da Misericórdia de Lisboa	**N.º Requisição:**	ORC.13.17
		Data Realização:	10/03/2017
Obra:	EGG Loteamento Rio Seco		

Sondagem S3

0.00m - 8.10m

8.10m - 10.50m

PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA

Sondagem mecânica à rotação

Boletim de Sondagem

Sondagem	S4
Nº Requisição	ORC.13.17

Cliente: SCML - Santa Casa da Misericórdia de Lisboa

Obra: EGG Loteamento Rio Seco

Localização: Lisboa

Coordenadas: Datum 73

M: -92117.034

P: -106764.819

Z: 15.78m

Início: 20/03/2017

Término: 23/03/2017

Prof. atingida: 12,00m

Furação: [0.00 aos 12.00] - T2 86mm

Revestimento: [0.00 aos 10.50] - 98mm

Equipamento: COMACCHIO, GEO150

Inclinação: 90º

Profundidade (m)	Nível de água / Piezómetro	Unid. Estratigráfica	Litologia	Descrição litológica	Alteração (W)	Fracturação (F)	Rec. Simples (%) 0,0–100,0 / % RQD 0,0–100,0	Ensaio SPT (1ª fase, 2ª fase; N SPT 0,0–60,0)	N (SPT)	Penetração (cm)	Ensaios/ Amostragem
0		Aterro		[0,00, -1,50] Aterro constituído por solos areno-argilosos de cor castanho amarelado, com fragmentos de alvenaria e calcários dispersos, de dmáx = 3cm.			13,0	3 3			
-1											
-2		*B+a+A - Basalto, aluviões e aterros misturados		[-1,50, -8,00] Aterro / entulho constituído por solos argilo-arenosos de cor castanho, de granulometria média a grosseira, com fragmentos de calcário, alvenaria e basalto dispersos, dmáx=9cm. # Entre os 6.0m e 7.5m de profundidade ocorrem blocos de basalto com 9cm e 14cm, respetivamente.			13,0				
-3									60	1	
-4							13,0				
-5							97,0	10 36			
-6									60	0	
-7							9,0 63,0				Lefranc 1
-8		*C3c - Calcários cristalinos		[-8,00, -11,00] Calcário cristalino, de cor cinzento, muito alterado (W4) e muito fraturado (F4 a F5), com fraturas sub-verticais, com abertura com cerca de 1cm e preenchidas com argila. Apresenta evidências de carsificação. # Cerca dos 8.0m de profundidade foram reconhecidos fragmentos de ossos, com cerca de 1cm a 2cm de dimensão.	W4	F4 a F5	9,0 93,0				
-9											
-10							100,0				
-11				[-11,00, -12,00] Calcário cristalino, de cor cinzento, são a pouco alterado (W1 a W2) e pouco fraturado (F1 a F2), com evidências de carsificação.	W1 a W2	F1 a F2	60,0 100,0				
-12											

Observações: * de acordo com a Carta Geológica de Portugal, Folha 3 - Lisboa, escala 1/10 000;
Água não vem à boca a 3.10m de profundidade.
Piezómetro instalado até aos 12.0m de profundidade, com crepinado entre os 3.0m e 11.0m de profundidade.

Elaborado por: Fernando Cavaco **Verificado por:** Fernando Cavaco **Data:** 24/03/2017 **Responsável Técnico: José Roma**

Betoteste – Gabinete de Estudos de Geotecnia, Lda.
Núcleo Empresarial da Venda do Pinheiro Zona Norte Rua D Pavilhão N.º 70
2665-601 Venda do Pinheiro | Telefone 219 663 340 | Fax 219 663 349 | Mail betoteste@betoteste.pt

É expressamente proibida a reprodução total ou parcial deste boletim sem prévia autorização da BETOTESTE

Prospecção Geotécnica
Registo Fotográfico de Sondagens

Cliente:	SCML - Santa Casa da Misericórdia de Lisboa	**N.º Requisição:**	ORC.13.17
		Data Realização:	20_23/03/2017
Obra:	EGG Loteamento Rio Seco		

Sondagem S4

0.00m - 7.50m

7.50m - 10.00m

Prospecção Geotécnica
Registo Fotográfico de Sondagens

Cliente:	SCML - Santa Casa da Misericórdia de Lisboa	**N.º Requisição:**	ORC.13.17
		Data Realização:	20_23/03/2017
Obra:	EGG Loteamento Rio Seco		

Sondagem S4

10.00m - 12.50m

Fragmentos de Osso, cerca dos 8,00m de profundidade

PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA

Sondagem mecânica à rotação

Boletim de Sondagem

Sondagem	S5
Nº Requisição	ORC.13.17

Cliente: SCML - Santa Casa da Misericórdia de Lisboa

Obra: EGG Loteamento Rio Seco

Localização: Lisboa

Coordenadas: Datum 73

M: -92151.758

P: -106722.199

Z: 16.35m

Início: 17/03/2017

Término: 17/03/2017

Prof. atingida: 6,00m

Furação: [0.00 aos 6.00] - T2 86mm

Revestimento: [0.00 aos 4.50] - 98mm

Equipamento: COMACCHIO, GEO150

Inclinação: 90º

Profundidade (m)	Nível de água / Piezómetro	Unid. Estratigráfica	Litologia	Descrição litológica	Alteração (W)	Fracturação (F)	Rec. Simples (%) 0,0 – 100,0 / % RQD 0,0 – 100,0	Ensaio SPT (1ª fase, 2ª fase; N SPT 0,0 – 60,0)	N (SPT)	Penetração (cm)	Ensaios/ Amostragem
0		*		[0,00, -0,05] Betuminoso.							
-1		Aterro		[-0,05, -1,50] Aterro arenoso, com fragmentos de calcário de cor amarelo-acastanhado, dmáx = 5cm.			13,0				
-2		*C3c - Calcários Cristalinos		[-1,50, -3,00] Solos argilosos de cor castanho, resultantes da alteração dos calcários.	W5		20,0 / 100,0		2 / 60	15cm	CU+PLT
-3				[-3,00, -6,00] Calcário de cor cinzento, pouco a medianamente alterado (W2 a W3) e pouco a muito fraturado (F2 a F4).	W2 a W3	F2 a F4	60,0 / 100,0				
-4											
-5							33,0 / 87,0				
-6											

Observações: * de acordo com a Carta Geológica de Portugal, Folha 3 - Lisboa, escala 1/10 000; ** Pavimento;
Perca total de água a 2.0m de profundidade.

Elaborado por: Fernando Cavaco **Verificado por:** Fernando Cavaco **Data:** 24/03/2017 **Responsável Técnico: José Roma**

Betoteste – Gabinete de Estudos de Geotecnia, Lda.
Núcleo Empresarial da Venda do Pinheiro Zona Norte Rua D Pavilhão N.º 70
2665-601 Venda do Pinheiro | Telefone 219 663 340 | Fax 219 663 349 | Mail betoteste@betoteste.pt

É expressamente proibida a reprodução total ou parcial deste boletim sem prévia autorização da BETOTESTE

Prospecção Geotécnica
Registo Fotográfico de Sondagens

Cliente:	SCML - Santa Casa da Misericórdia de Lisboa	**N.º Requisição:**	ORC.13.17
		Data Realização:	17/03/2017
Obra:	EGG Loteamento Rio Seco		

Sondagem S5

0.00m - 3.60m

3.60m - 6.00m

PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA

Sondagem mecânica à rotação

Boletim de Sondagem

Sondagem	S6
Nº Requisição	ORC.13.17

Cliente: SCML - Santa Casa da Misericórdia de Lisboa

Obra: EGG Loteamento Rio Seco

Localização: Lisboa

Coordenadas: Datum 73

M: -92136.984

P: -106681.787

Z: 16.21m

Início: 26/03/2017

Término: 27/03/2017

Prof. atingida: 10,50m

Furação: [0.00 aos 10.50] - T2 86mm

Revestimento: [0.00 aos 9.00] - 98mm

Equipamento: COMACCHIO, GEO150

Inclinação: 90º

Profundidade (m)	Nível de água / Piezómetro	Unid. Estratigráfica	Litologia	Descrição litológica	Alteração (W)	Fracturação (F)	Rec. Simples (%) 0,0 – 100,0 / % RQD 0,0 – 100,0	Ensaio SPT (1ª fase, 2ª fase; N SPT 0,0 – 60,0)	N (SPT)	Penetração (cm)	Ensaios/ Amostragem
0 – -1,80		Aterro		[0,00, -2,00] Aterro arenoso, com fragmentos de alvenaria e calcário dispersos, de cor amarelo-acastanhado, dmáx = 5cm.			17,0	6, 60		8cm	
-1,80 – -7,00		*C3c - Calcários Cristalinos		[-2,00, -7,00] Solos argilosos de cor castanho, resultantes da alteração dos calcários.			47,0; 7,0	13, 31; 10, 28			Ensaios de Identificação
-7,00 – -10,50				[-7,00, -10,50] Calcário de cor cinzento, são a pouco alterado (W1 a W2) e pouco fraturado (F1). A partir dos 8.5m de profundidade a fraturação é mais intensa, medianamente a muito alterado (F3 a F4).	W1 a W2	F1: 80,0 – 100,0; F3 a F4: 20,0 – 100,0	40,0				CU+PLT

Observações: * de acordo com a Carta Geológica de Portugal, Folha 3 - Lisboa, escala 1/10 000;
Piezómetro instalado até aos 10.5m de profundidade, com crepinado entre os 1.0m e 9.5m de profundidade.

Elaborado por: Fernando Cavaco **Verificado por:** Fernando Cavaco **Data:** 28/03/2017 **Responsável Técnico: José Roma**

Betoteste – Gabinete de Estudos de Geotecnia, Lda.
Núcleo Empresarial da Venda do Pinheiro Zona Norte Rua D Pavilhão N.º 70
2665-601 Venda do Pinheiro | Telefone 219 663 340 | Fax 219 663 349 | Mail betoteste@betoteste.pt

É expressamente proibida a reprodução total ou parcial deste boletim sem prévia autorização da BETOTESTE

Prospecção Geotécnica
Registo Fotográfico de Sondagens

Cliente:	SCML - Santa Casa da Misericórdia de Lisboa	**N.º Requisição:**	ORC.13.17
		Data Realização:	26_27/03/2017
Obra:	EGG Loteamento Rio Seco		

Sondagem S6

0.00m - 8.50m

8.50m - 10.50m

PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA

Sondagem mecânica à rotação

Boletim de Sondagem

Sondagem	S7
Nº Requisição	ORC.13.17

Cliente: SCML - Santa Casa da Misericórdia de Lisboa

Obra: EGG Loteamento Rio Seco

Localização: Lisboa

Coordenadas: Datum 73

M: -92163.886

P: -106637.894

Z: 22.30m

Início: 07/04/2017

Término: 07/04/2017

Prof. atingida: 6,00m

Furação: [0.00 aos 6.00] - T2 86mm

Revestimento: [0.00 aos 1.50] - 98mm

Equipamento: COMACCHIO, GEO150

Inclinação: 90º

Profundidade (m)	Nível de água / Piezómetro	Unid. Estratigráfica	Litologia	Descrição litológica	Alteração (W)	Fracturação (F)	Rec. Simples (%) 0,0 – 100,0 / % RQD 0,0 – 100,0	Ensaio SPT (1ª fase, 2ª fase; N SPT 0,0 – 60,0)	N (SPT)	Penetração (cm)	Ensaios/ Amostragem
0 – -1,50		Aterro		[0,00, -1,50] Aterro arenoso, com terra vegetal argilosa de cor castanho escuro, com fragmentos de basalto e alvenaria, com dmáx = 5cm.			40,0				
-1,50 – -3,00		*C3c - Calcários Cristalinos		[-1,50, -3,00] Calcário de cor cinzento, medianamente a muito alterado (W3 a W4) e medianamente a muito fraturado (F3 a F4), com fracturas com abertura de 1cm e preenchidas com argila.	W3 a W4	F3 a F4	100,0				
-3,00 – -6,00		*C3c - Calcários Cristalinos		[-3,00, -6,00] Calcário de cor cinzento, pouco a medianamente alterado (W2 a W3) e pouco fraturado (F2).	W2 a W3	F2	67,0 / 100,0 / 67,0 / 100,0				

Observações: * de acordo com a Carta Geológica de Portugal, Folha 3 - Lisboa, escala 1/10 000

Elaborado por: Fernando Cavaco **Verificado por:** Fernando Cavaco **Data:** 10/04/2017 **Responsável Técnico: José Roma**

Betoteste – Gabinete de Estudos de Geotecnia, Lda.
Núcleo Empresarial da Venda do Pinheiro Zona Norte Rua D Pavilhão N.º 70
2665-601 Venda do Pinheiro | Telefone 219 663 340 | Fax 219 663 349 | Mail betoteste@betoteste.pt

É expressamente proibida a reprodução total ou parcial deste boletim sem prévia autorização da BETOTESTE

Prospecção Geotécnica
Registo Fotográfico de Sondagens

Cliente:	SCML - Santa Casa da Misericórdia de Lisboa	**N.º Requisição:**	ORC.13.17
		Data Realização:	07/04/2017
Obra:	EGG Loteamento Rio Seco		

Sondagem S7

0.00m - 3.60m

3.60m - 6.00m

PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA

Sondagem mecânica à rotação

Boletim de Sondagem

Sondagem	S8
Nº Requisição	ORC.13.17

Cliente: SCML - Santa Casa da Misericórdia de Lisboa

Obra: EGG Loteamento Rio Seco

Localização: Lisboa

Coordenadas: Datum 73

M: -92132.183

P: -106620.950

Z: 16.86m

Início: 07/04/2017

Término: 07/04/2017

Prof. atingida: 6,00m

Furação: [0.00 aos 6.00] - T2 86mm

Revestimento: [0.00 aos 3.00] - 98mm

Equipamento: COMACCHIO, GEO150

Inclinação: 90º

Profundidade (m)	Nível de água / Piezómetro	Unid. Estratigráfica	Litologia	Descrição litológica	Alteração (W)	Fracturação (F)	Rec. Simples (%) 0,0 – 100,0 / % RQD 0,0 – 100,0	Ensaio SPT (1ª fase, 2ª fase; N SPT 0,0 – 60,0)	N (SPT)	Penetração (cm)	Ensaios/ Amostragem
0		*C3c - Calcários Cristalinos		[0,00, -6,00] Calcário de cor cinzento, muito a medianamente alterado (W4 a W3) e muito fraturado (F4 a F5).	W4 a W3	F4 a F5	23,0 / 80,0				
-1									11		
-2							10,0 / 100,0		60		
-3										21cm	PLT
-4							100,0				
-5							100,0				
-6											

Observações: * de acordo com a Carta Geológica de Portugal, Folha 3 - Lisboa, escala 1/10 000

Elaborado por: Fernando Cavaco **Verificado por:** Fernando Cavaco **Data:** 10/04/2017 **Responsável Técnico: José Roma**

Betoteste – Gabinete de Estudos de Geotecnia, Lda.
Núcleo Empresarial da Venda do Pinheiro Zona Norte Rua D Pavilhão N.º 70
2665-601 Venda do Pinheiro | Telefone 219 663 340 | Fax 219 663 349 | Mail betoteste@betoteste.pt

É expressamente proibida a reprodução total ou parcial deste boletim sem prévia autorização da BETOTESTE

Prospecção Geotécnica
Registo Fotográfico de Sondagens

Cliente:	SCML - Santa Casa da Misericórdia de Lisboa	**N.º Requisição:**	ORC.13.17
		Data Realização:	07/04/2017
Obra:	EGG Loteamento Rio Seco		

Sondagem S8

0.00m - 3.20m

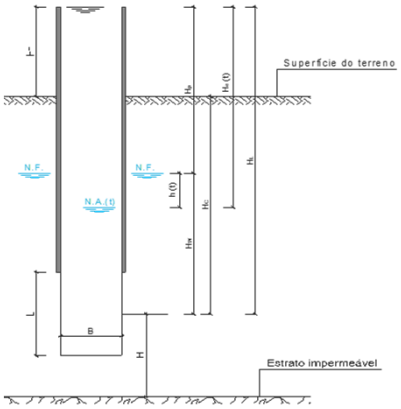
3.20m - 6.00m

ANEXO II - Boletins individuais dos ensaios Lefranc

Prospecção Geotécnica

Ensaio de permeabilidade "Lefranc" (NF P 94-132)

Cliente:	SCML - Santa Casa da Misericórdia de Lisboa			**N.º Requisição:**	ORC.13.17
Obra:	EGG Loteamento Rio Seco			**Data Realização:**	29/03/2017
Sondagem:	S1	**N.º do Ensaio:**	1	**Profundidade:**	6,00m



Tipo de ensaio - carga: **Carga Variável**

Profundidade do furo:	6,00	m
Comprimento da coluna:	4,60	m
Altura do tubo acima do terreno:	0,00	m
Comprimento da lanterna L:	1,40	m
Diâmetro da lanterna B:	0,098	m
Nível de água abaixo do terreno:	2,77	m
Altura da coluna de água HP:	2,77	m
C=L/B:	14,286	
m_0:	26,775	

Nota: Ensaio realizado em mistura de solos de natureza rochosa grosseira, com aluviões e aterros.

Ensaio a nível constante e rebaixamento posterior

t (min)	contador (m3)	Q(l)	Rebaix. (cm)	He (m)
0				
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
25				
30				
35				
40				
45				
50				
55				
60				

Ensaio a Nível variável

t (min)	Rebaix. (cm)	He (m)
0	0,00	2,77
1	92,00	1,85
2	123,00	1,54
3	157,00	1,20
4	182,00	0,95
5	196,00	0,81
6	205,00	0,72
7	213,00	0,64
8	220,00	0,57
9	229,00	0,48
10	234,00	0,43
11	240,00	0,37
12	247,00	0,30
13	252,00	0,25
14	260,00	0,17
15	265,00	0,12
16	270,00	0,07
17	275,00	0,02
18		
19		
20		
25		
30		

Análise do ensaio

Carga Constante

Fase estabilizada

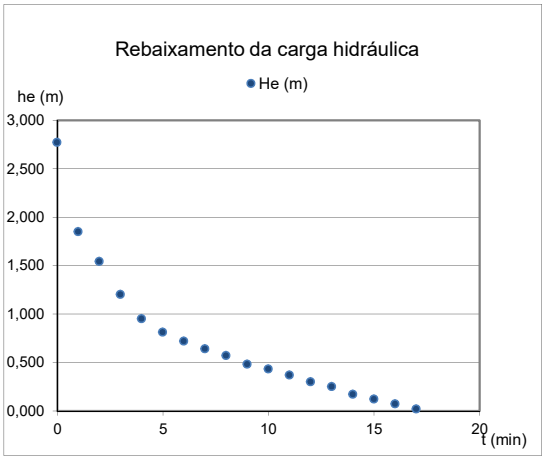
K_L= m/s cm/s

Fase transitória

K_L= m/s cm/s

Carga variável

K_L= 1,42E-05 m/s 1,42E-03 cm/s



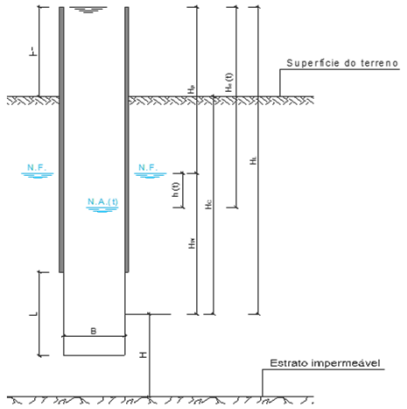
Observações: Considera-se que a permeabilidade é média a baixa.

Elaboração:		**Responsável Técnico:**	
Fernando Cavaco	**Data:** 23/03/2017	José Roma	**Data:** 23/03/2017

Prospecção Geotécnica

Ensaio de permeabilidade "Lefranc" (NF P 94-132)

Cliente:	SCML - Santa Casa da Misericórdia de Lisboa			**N.º Requisição:**	ORC.13.17
Obra:	EGG Loteamento Rio Seco			**Data Realização:**	21/03/2017
Sondagem:	S4	**N.º do Ensaio:**	1	**Profundidade:**	7,00m



Tipo de ensaio - carga: **Carga Variável**

Profundidade do furo:	7,00	m
Comprimento da coluna:	7,10	m
Altura do tubo acima do terreno:	0,50	m
Comprimento da lanterna L:	0,40	m
Diâmetro da lanterna B:	0,098	m
Nível de água abaixo do terreno:	3,42	m
Altura da coluna de água HP:	3,92	m
C=L/B:	4,082	
m_0:	12,129	

Nota: Ensaio realizado em mistura de solos de natureza rochosa grosseira, com aluviões e aterros.

Ensaio a nível constante e rebaixamento posterior

t (min)	contador (m3)	Q(l)	Rebaix. (cm)	He (m)
0				
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
25				
30				
35				
40				
45				
50				
55				
60				

Ensaio a Nível variável

t (min)	Rebaix. (cm)	He (m)
0	0,00	3,92
1	34,00	3,58
2	51,00	3,41
3	96,00	2,96
4	142,00	2,50
5	176,00	2,16
6	208,00	1,84
7	235,00	1,57
8	257,00	1,35
9	277,00	1,15
10	298,00	0,94
11	317,00	0,75
12		
13		
14		
15		
16		
17		
18		
19		
20		
25		
30		

Análise do ensaio

Carga Constante

Fase estabilizada

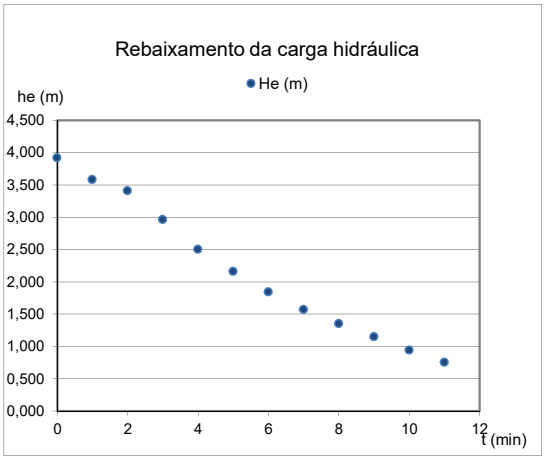
K_L= m/s cm/s

Fase transitória

K_L= m/s cm/s

Carga variável

K_L= 1,63E-05 m/s 1,63E-03 cm/s



Observações: Considera-se que a permeabilidade é média a baixa.

Elaboração: Fernando Cavaco **Data:** 23/03/2017

Responsável Técnico: José Roma **Data:** 23/03/2017

ANEXO III - Boletins individuais dos ensaios de laboratório

OBRA: SCML - Santa Casa da Misericórdia de Lisboa

CLIENTE: EGG Loteamento Rio Seco

CLASSIF.VISUAL DA AMOSTRA: Argila

CÔR: Amarelo

PROCESSO DE ENSAIOS

ENSAIOS SOLICITADOS

Natureza do Material:	SOLOS	**Origem:**	S6 (4,5 - 6,0m)
Nº da Amostra:	LC 075-17	**Data da colheita:**	12-03-2014

X	01.01 - Análise granulométrica
	01.02 - Equivalente de areia
X	01.03 - Limite de liquidez
X	01.04 - Limite de plasticidade
	01.05 - Limite de retracção
	01.06 - Ensaio proctor modificado
	01.07 - Ensaio californiano de carga - cbr
	01.08 - Peso específico de solos
X	01.09 - Teor de humidade
	01.10 - Baridade seca " in situ " - garrafa de areia
	01.11 - Baridade e humidade " in situ " - gamadensimetro
X	01.12 - Resumo
	01.13 - Baridade seca " in situ " - volumínimetro
	01.14 - Azul de metileno
	01.15 - Teor em Matéria Organica

OBS:

Ensaiou:	Verificou:	Dir. de Técnico:	Fiscalizaçao:
11-04-2017	11-04-2017	11-04-2017	

Betoteste – Gabinete de Estudos de Geotecnia, Lda.
Núcleo Empresarial da Venda do Pinheiro Zona Norte Rua D Pavilhão N.º 70 - 2665-601 Venda do Pinheiro | Telefone 219 663 340

OBRA: SCML - Santa Casa da Misericórdia de Lisboa

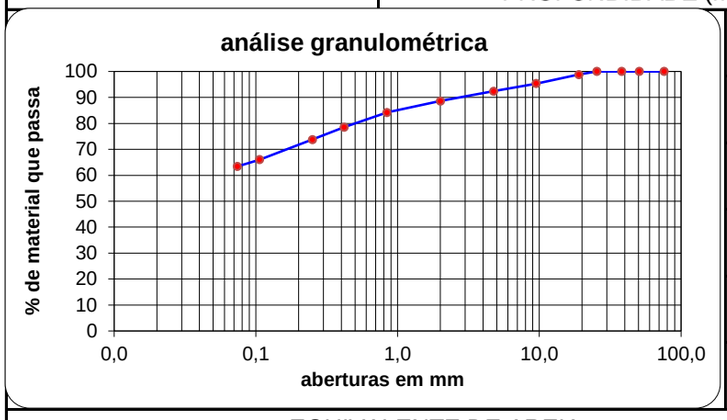
CLIENTE: EGG Loteamento Rio Seco

CLASSIF.VISUAL DA AMOSTRA: Argila

CÔR: Amarelo

CARACTERIZAÇÃO GEOTÉCNICA DE SOLOS

LOCALIZAÇÃO		
	ORIGEM	S6 (4,5 - 6,0m)
	N.º DA AMOSTRA	LC 075-17
	PROFUNDIDADE (m)	*



3/8"	95,4
4	92,4
10	88,6
40	78,6
60	73,8
200	63,4

EQUIVALENTE DE AREIA		*
LIMITE DE LIQUIDEZ %		N.P.
LIMITE DE PLASTICIDADE %		N.P.
ÍNDICE DE PLASTICIDADE %		N.P.
BARIDADE MÁXIMA SECA gr/cm3		*
TEOR ÓPTIMO EM ÁGUA (0.1 %)		*
BARIDADE MÁXIMA SECA CORRIGIDA gr/cm3		*
TEOR ÓPTIMO EM ÁGUA CORRIGIDO (0.1 %)		*
AZUL DE METILENO %		*
C.B.R	PARA 95%	*
	EXPANSÃO ESPECÍFICA	*
CLASSFICAÇÃO A.A.S.H.O.		A - 4 (6)
CLASSIFICAÇÃO UNIFICADA		ML - Silte arenoso

OBS:

Ensaiou:	Verificou:	Dir. de Técnico:	Fiscalização :
11-04-2017	11-04-2017	11-04-2017	

Betoteste – Gabinete de Estudos de Geotecnia, Lda.
Núcleo Empresarial da Venda do Pinheiro Zona Norte Rua D Pavilhão N.º 70 - 2665-601 Venda do Pinheiro | Telefone 219 663 340

OBRA: SCML - Santa Casa da Misericórdia de Lisboa

CLIENTE: EGG Loteamento Rio Seco

CLASSIF.VISUAL DA AMOSTRA: Argila

CÔR: Amarelo

TEOR EM HUMIDADE NATURAL

NP 84 - 1967 / ASTM D-2216

DETERMINAÇÃO DO TEOR EM HUMIDADE

NATUREZA DO MATERIAL: SOLOS
ORIGEM: S6 (4,5 - 6,0m)
Nº da Amostra: LC 075-17

Número do ensaio			1		
m 1	Peso da cápsula	0,01 gr.	676,00		
m 2	Peso da cápsula + solo húmido	0,01 gr.	2.258,10		
m 3	Peso da cápsula + solo seco	0,01 gr.	2.001,40		
W s = m 3 - m 1	Peso do solo seco	0,01 gr.	1.325,40		
W w = m 2 - m 3	Peso da água	0,01 gr.	256,70		
W = W w / W s * 100	Teor em humidade	0,1%	19,37		
W	Teor em humidade médio	0,1%	19,4		

OBS:

Ensaiou:	Verificou:	Dir. de Técnico:	Fiscalização :
11-04-2017	11-04-2017	11-04-2017	

Betoteste – Gabinete de Estudos de Geotecnia, Lda.
Núcleo Empresarial da Venda do Pinheiro Zona Norte Rua D Pavilhão N.º 70 - 2665-601 Venda do Pinheiro | Telefone 219 663 340

OBRA: SCML - Santa Casa da Misericórdia de Lisboa

CLIENTE: EGG Loteamento Rio Seco

CLASSIF.VISUAL DA AMOSTRA: Argila

CÔR: Amarelo

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA

NP - 1379 / ASTM D - 421

NATUREZA DO MATERIAL: SOLOS

ORIGEM: S6 (4,5 - 6,0m)

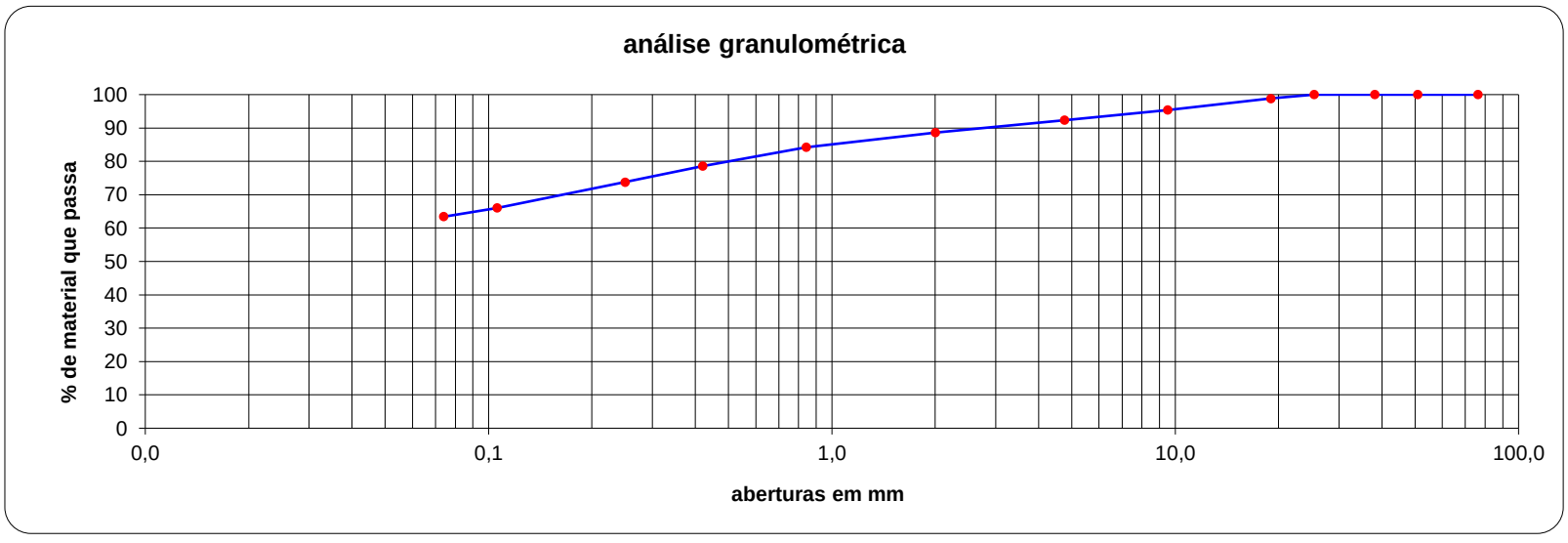
Nº da Amostra: LC 075-17

Massa total da amostra: **813,2**

Massa total de material grosso (># nº 10) **92,7**

Massa da toma da fracção fina: **67,7**

		PENEIROS														
		3"	2"	11/2"	1"	3/4"	3/8"	nº 4	nº 10	nº 20	nº40	nº60	nº140	nº200	Fundo	Total
		76,1 mm	50,8 mm	38,1 mm	25,4 mm	19,0 mm	9,51 mm	4,8 mm	2,00 mm	0,841 mm	0,420 mm	0,250 mm	0,106 mm	0,074 mm	<0,074 mm	
Material retido	Peso (gr.)	0,0	0,0	0,0	0,0	9,5	28,2	24,3	30,7	3,4	4,3	3,7	5,9	2,0	48,45	813,2
	%	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2	3,5	3,0	3,8	4,4	5,6	4,8	7,8	2,6	63,4	100,0
Material acumulado	% Retida	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2	4,6	7,6	11,4	15,8	21,4	26,2	34,0	36,6	100,0	
	% Passada	100,0	100,0	100,0	100,0	98,8	95,4	92,4	88,6	84,2	78,6	73,8	66,0	63,4	0,0	
Fuso - limite superior																
Fuso - limite inferior																



OBS:

Ensaiou:	Verificou:	Dir. de Técnico:	Fiscalização:
11-04-2017	11-04-2017	11-04-2017	

Betoteste – Gabinete de Estudos de Geotecnia, Lda.

Núcleo Empresarial da Venda do Pinheiro Zona Norte Rua D Pavilhão N.º 70 - 2665-601 Venda do Pinheiro | Telefone 219 663 340

OBRA: SCML - Santa Casa da Misericórdia de Lisboa

CLIENTE: EGG Loteamento Rio Seco

CLASSIF.VISUAL DA AMOSTRA: Argila

CÔR: Amarelo

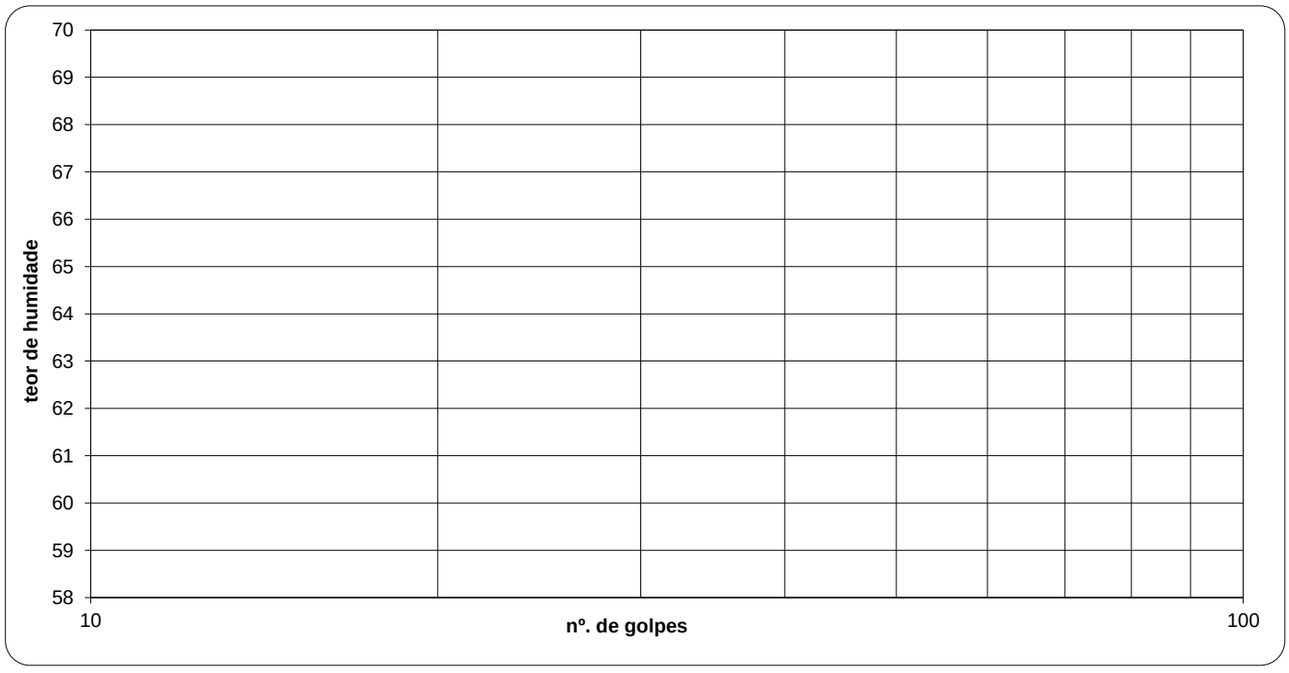
LIMITE DE LIQUIDEZ

NP 143 - 1969 \ ASTM D - 4318

N.º DA AMOSTRA : LC 075-17

NATUREZA DO MATERIAL: SOLOS

Número da cápsula						
Número de golpes						
P 1	Peso da cápsula	0,01 gr.				
P 2	Peso da cápsula + solo húmido	0,01 gr.				
P 3	Peso da cápsula + solo seco	0,01 gr.				
A = P 2 - P 3	Peso da água	0,01 gr.				
B = P 3 - P 1	Peso do solo seco	0,01 gr.				
w = A / B * 100	Teor em humidade	0,1%				
LL	Limite de liquidez	0,1%				



OBS: **N.P. - MATERIAL NÃO PLASTICO (UNE POR ESCORREGAMENTO)**

Ensaiou:	Verificou:	Dir. de Técnico:	Fiscalização:
11-04-2017	11-04-2017	11-04-2017	

Betoteste – Gabinete de Estudos de Geotecnia, Lda.
Núcleo Empresarial da Venda do Pinheiro Zona Norte Rua D Pavilhão N.º 70 - 2665-601 Venda do Pinheiro | Telefone 219 663 340

OBRA: SCML - Santa Casa da Misericórdia de Lisboa

CLIENTE: EGG Loteamento Rio Seco

CLASSIF.VISUAL DA AMOSTRA: Argila

CÔR: Amarelo

LIMITE DE PLASTICIDADE

NP 143 - 1969 \ ASTM D - 4318

N.º DA AMOSTRA : LC 075-17

NATUREZA DO MATERIAL: SOLOS

Número da cápsula						
P 1	Peso da cápsula	0,01 gr.				
P 2	Peso da cápsula + solo húmido	0,01 gr.				
P 3	Peso da cápsula + solo seco	0,01 gr.				
A = P 2 - P 3	Peso da água	0,01 gr.				
B = P 3 - P 1	Peso do solo seco	0,01 gr.				
w = A / B * 100	Teor em humidade	0,1%				
LP	Limite de plasticidade	0,1%				
IP = LL - LP	Indice de plasticidade	0%				

OBS:

N.P. - MATERIAL NÃO PLASTICO

Ensaiou:	Verificou:	Dir. de Técnico:	Fiscalização:
11-04-2017	11-04-2017	11-04-2017	

Betoteste – Gabinete de Estudos de Geotecnia, Lda.
Núcleo Empresarial da Venda do Pinheiro Zona Norte Rua D Pavilhão N.º 70 - 2665-601 Venda do Pinheiro | Telefone 219 663 340

Boletim N.º
Data Emissão
15/05/2017

ROCHAS - Ensaios Solicitados

Cliente	SCML - Santa Casa da Misericórdia de Lisboa	Requisição N.º	ORC.13.17
Projecto	EGG Loteamento Rio Seco		
Ref.ª Cliente	LC 078/17	Descrição da Amostra	Calcário cristalino com rudistas
Profundidade (m)	S3 (9,9 - 10,3m)	Data Recepção	09/05/2017
Data Ensaio	15/05/2017		

X	RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO UNIAXIAL EM CAROTES DE ROCHA NATURAL (ASTM D7012-10)
	RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO UNIAXIAL E DETERMINAÇÃO DO MODULO DE DEFORMABILIDADE EM CAROTES DE ROCHA NATURAL (ASTM D7012-10)
	ENSAIO DE ROTURA PONTUAL "POINT LOAD TEST" (ASTM D5731-08)
	DESCRIÇÃO PETROGRÁFICA SIMPLIFICADA (ASTM D295-03)
	DETERMINAÇÃO DA RESISTÊNCIA UNIAXIAL PELO MÉTODO DE MARTELO DE SCHIMDT (ASTM D5873-05)
X	DETERMINAÇÃO DO PESO ESPECIFICO E ABSORÇÃO DE ÁGUA (ASTM D6473-10)

Execução:

Validação:

O presente boletim de ensaio diz apenas respeito aos itens ensaiados e só pode ser reproduzido na íntegra. Não se assume qualquer responsabilidade relativa à amostragem, a não ser que esta seja da responsabilidade directa do Laboratório.

Boletim N.º
Data Emissão
15/05/2017

RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO UNIAXIAL EM CAROTES DE ROCHA NATURAL (ASTM D7012-10)

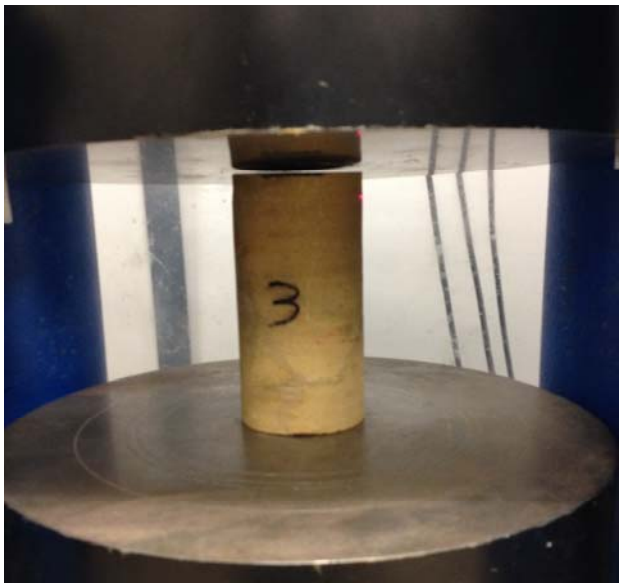
Cliente	SCML - Santa Casa da Misericórdia de Lisboa	Requisição N.º	ORC.13.17
Projecto	EGG Loteamento Rio Seco		
Ref.ª Cliente	LC 078/17	Descrição da Amostra	Calcário cristalino com rudistas
Profundidade (m)	S3 (9,9 - 10,3m)	Data Recepção	09/05/2017
Data Ensaio	15/05/2017		

Altura:	143	mm	Diâmetro:	71,7	mm
Peso:	1550,7	g	Massa volúmica (aprox.)	2,686	g/cm^3
Secção:	4037,6	mm^2	Carga Máxima de Rotura	305,00	kN

RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO UNIAXIAL	75,54	MPa (N/mm^2)

REGISTO FOTOGRÁFICO

ANTES DA ROTURA



APÓS ROTURA

OBS:

Execução:

Validação:

O presente boletim de ensaio diz apenas respeito aos itens ensaiados e só pode ser reproduzido na íntegra. Não se assume qualquer responsabilidade relativa à amostragem, a não ser que esta seja da responsabilidade directa do Laboratório.

Boletim N.º
Data Emissão
15/05/2017

DETERMINAÇÃO DO PESO ESPECIFICO E ABSORÇÃO DE ÁGUA (ASTM D6473-10)

Cliente	SCML - Santa Casa da Misericórdia de Lisboa			**Requisição N.º**	ORC.13.17
Projecto	EGG Loteamento Rio Seco				
Ref.ª Cliente	LC 078/17	**Descrição da Amostra**	Calcário cristalino com rudistas		
Profundidade (m)	S3 (9,9 - 10,3m)	**Data Recepção**	09/05/2017	**Data Ensaio**	15/05/2017

TAROLO DE ROCHA OBTIDO POR CAROTAGEM

TEMPERATURA DO ENSAIO 18 ºC

Número do ensaio			1
P1	Peso da amostra seca no ar	0,01 g	1 550,70
P2	Peso no ar, da amostra saturada c/ a superfície seca	0,01 g	1 558,30
P3	Peso na água, da amostra saturada	0,01 g	980,00
ga	Peso específico da água à temperatura do ensaio	0,01 g/cm^3	1,00
P1/(P2-P3)*ga	Peso específico da amostra seca	0,01 g/cm^3	2,68
P1/(P1-P3)*ga	Peso específico aparente da amostra	0,01 g/cm^3	2,71
P2/(P2-P3)*ga	Peso específico da amostra saturada c/ a superfície seca	0,01 g/cm^3	2,69
(P2-P1)/P1*100	Absorção	0,0001	0,4901

Peso específico da amostra seca	**2,68**	g/cm3
Peso específico aparente da amostra	**2,71**	g/cm3
Peso específico da amostra saturada c/ a superfície seca	**2,69**	g/cm3
Absorção	**0,49**	-0,01%

DESCRIÇÃO DA AMOSTRA

OBS:

Execução: Validação:

O presente boletim de ensaio diz apenas respeito aos itens ensaiados e só pode ser reproduzido na íntegra. Não se assume qualquer responsabilidade relativa à amostragem, a não ser que esta seja da responsabilidade directa do Laboratório.

Boletim N.º
Data Emissão
15/05/2017

ROCHAS - Ensaios Solicitados

Cliente	SCML - Santa Casa da Misericórdia de Lisboa	Requisição N.º	ORC.13.17
Projecto	EGG Loteamento Rio Seco		
Ref.ª Cliente	LC 079/17	Descrição da Amostra	Calcário amarelo
Profundidade (m)	S4 (8,0 - 9,0m)	Data Recepção	09/05/2017
Data Ensaio	15/05/2017		

	RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO UNIAXIAL EM CAROTES DE ROCHA NATURAL (ASTM D7012-10)
	RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO UNIAXIAL E DETERMINAÇÃO DO MODULO DE DEFORMABILIDADE EM CAROTES DE ROCHA NATURAL (ASTM D7012-10)
	ENSAIO DE ROTURA PONTUAL "POINT LOAD TEST" (ASTM D5731-08)
	DESCRIÇÃO PETROGRÁFICA SIMPLIFICADA (ASTM D295-03)
	DETERMINAÇÃO DA RESISTÊNCIA UNIAXIAL PELO MÉTODO DE MARTELO DE SCHIMDT (ASTM D5873-05)
X	DETERMINAÇÃO DO PESO ESPECIFICO E ABSORÇÃO DE ÁGUA (ASTM D6473-10)

Execução:

Validação:

O presente boletim de ensaio diz apenas respeito aos itens ensaiados e só pode ser reproduzido na íntegra. Não se assume qualquer responsabilidade relativa à amostragem, a não ser que esta seja da responsabilidade directa do Laboratório.

Boletim N.º
Data Emissão
15/05/2017

DETERMINAÇÃO DO PESO ESPECIFICO E ABSORÇÃO DE ÁGUA (ASTM D6473-10)

Cliente	SCML - Santa Casa da Misericórdia de Lisboa			**Requisição N.º**	ORC.13.17
Projecto	EGG Loteamento Rio Seco				
Ref.ª Cliente	LC 079/17	**Descrição da Amostra**	Calcário amarelo		
Profundidade (m)	S4 (8,0 - 9,0m)	**Data Recepção**	09/05/2017	**Data Ensaio**	15/05/2017

FRAGMENTOS DE ROCHA OBTIDOS POR CAROTAGEM

TEMPERATURA DO ENSAIO 18 ºC

Número do ensaio			1
P1	Peso da amostra seca no ar	0,01 g	2 654,20
P2	Peso no ar, da amostra saturada c/ a superfície seca	0,01 g	2 721,70
P3	Peso na água, da amostra saturada	0,01 g	1 705,00
ga	Peso específico da água à temperatura do ensaio	0,01 g/cm^3	1,00
P1/(P2-P3)*ga	Peso específico da amostra seca	0,01 g/cm^3	2,61
P1/(P1-P3)*ga	Peso específico aparente da amostra	0,01 g/cm^3	2,79
P2/(P2-P3)*ga	Peso específico da amostra saturada c/ a superfície seca	0,01 g/cm^3	2,67
(P2-P1)/P1*100	Absorção	0,0001	2,5431

Peso específico da amostra seca	**2,61**	g/cm3
Peso específico aparente da amostra	**2,79**	g/cm3
Peso específico da amostra saturada c/ a superfície seca	**2,67**	g/cm3
Absorção	**2,54**	-0,01%

DESCRIÇÃO DA AMOSTRA

OBS:

Execução: Validação:

O presente boletim de ensaio diz apenas respeito aos itens ensaiados e só pode ser reproduzido na íntegra. Não se assume qualquer responsabilidade relativa à amostragem, a não ser que esta seja da responsabilidade directa do Laboratório.

Boletim N.º
Data Emissão
15/05/2017

ROCHAS - Ensaios Solicitados

Cliente	SCML - Santa Casa da Misericórdia de Lisboa	Requisição N.º	ORC.13.17
Projecto	EGG Loteamento Rio Seco		
Ref.ª Cliente	LC 080/17	Descrição da Amostra	Calcário amarelo
Profundidade (m)	S7 (2,0 - 3,0m)	Data Recepção	09/05/2017
Data Ensaio	15/05/2017		

	RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO UNIAXIAL EM CAROTES DE ROCHA NATURAL (ASTM D7012-10)
	RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO UNIAXIAL E DETERMINAÇÃO DO MODULO DE DEFORMABILIDADE EM CAROTES DE ROCHA NATURAL (ASTM D7012-10)
	ENSAIO DE ROTURA PONTUAL "POINT LOAD TEST" (ASTM D5731-08)
	DESCRIÇÃO PETROGRÁFICA SIMPLIFICADA (ASTM D295-03)
	DETERMINAÇÃO DA RESISTÊNCIA UNIAXIAL PELO MÉTODO DE MARTELO DE SCHIMDT (ASTM D5873-05)
X	DETERMINAÇÃO DO PESO ESPECIFICO E ABSORÇÃO DE ÁGUA (ASTM D6473-10)

Execução:

Validação:

O presente boletim de ensaio diz apenas respeito aos itens ensaiados e só pode ser reproduzido na íntegra. Não se assume qualquer responsabilidade relativa à amostragem, a não ser que esta seja da responsabilidade directa do Laboratório.

Boletim N.º
Data Emissão
15/05/2017

DETERMINAÇÃO DO PESO ESPECIFICO E ABSORÇÃO DE ÁGUA (ASTM D6473-10)

Cliente	SCML - Santa Casa da Misericórdia de Lisboa			**Requisição N.º**	ORC.13.17
Projecto	EGG Loteamento Rio Seco				
Ref.ª Cliente	LC 080/17	**Descrição da Amostra**	Calcário amarelo		
Profundidade (m)	S7 (2,0 - 3,0m)	**Data Recepção**	09/05/2017	**Data Ensaio**	15/05/2017

FRAGMENTOS DE ROCHA OBTIDOS POR CAROTAGEM

TEMPERATURA DO ENSAIO 18 ºC

Número do ensaio			1
P1	Peso da amostra seca no ar	0,01 g	3 654,20
P2	Peso no ar, da amostra saturada c/ a superfície seca	0,01 g	3 729,70
P3	Peso na água, da amostra saturada	0,01 g	2 350,00
ga	Peso específico da água à temperatura do ensaio	0,01 g/cm^3	1,00
P1/(P2-P3)*ga	Peso específico da amostra seca	0,01 g/cm^3	2,64
P1/(P1-P3)*ga	Peso específico aparente da amostra	0,01 g/cm^3	2,80
P2/(P2-P3)*ga	Peso específico da amostra saturada c/ a superfície seca	0,01 g/cm^3	2,70
(P2-P1)/P1*100	Absorção	0,0001	2,0661

Peso específico da amostra seca	**2,64**	g/cm3
Peso específico aparente da amostra	**2,80**	g/cm3
Peso específico da amostra saturada c/ a superfície seca	**2,70**	g/cm3
Absorção	**2,07**	-0,01%

DESCRIÇÃO DA AMOSTRA

OBS:

Execução: Validação:

O presente boletim de ensaio diz apenas respeito aos itens ensaiados e só pode ser reproduzido na íntegra. Não se assume qualquer responsabilidade relativa à amostragem, a não ser que esta seja da responsabilidade directa do Laboratório.

LAIST
LABORATÓRIO
DE ANÁLISES DO IST
TÉCNICO LISBOA

Av. Rovisco Pais - 1049-001 Lisboa
Tel: 21.8417954 Fax:21.8417952 email: LabAnalises@ist.utl.pt
NIF: 501507930 http://la.ist.utl.pt/

Boletim de Análise
Nº 11006-17

IPAC acreditação
L0108
Ensaios

Cliente:

Betoteste

Núcleo Emp. da Zona do Pinheiro, Z. Norte, Rua D-Pavilhão 70

2665-601 Venda do Pinheiro

Análise Química de Água

Requisição nº 01733 de 2017-04-17
Início da Análise em: 2017-04-17
Conclusão da Análise em: 2017-05-10

Dados da Amostra

Origem: Santa Casa da Misericórdia - Obra: EGG Loteamento Rio Seco

Matriz: Água Natural Doce

Colheita

Colhida por: Cliente

Ponto de Colheita: S6 - Profundidade: 8,70 m

Efectuada em: 2017-04-17

Obs: ---

Rótulo: -----

Resultados

Parâmetro		Resultado	Método
pH	23ºC	7,50	M.M. 2.2.1 (2015-12-21)
pH de saturação	23ºC	7,39	M.M. 2.2.6 (2012-12-03)
Alcalinidade total		238 mg(CaCO3)/L	SMEWW 2320
Alcalinidade total de saturação		229 mg(CaCO3)/L	M.M. 2.2.6 (2012-12-03)
CO2 agressivo na água		< 2 mg(CO2)/L	M.M. 2.2.6 (2012-12-03)
Azoto Amoniacal		0,14 mg(NH4)/L	M.M. 4.1 (COL) (2016-08-31)
Magnésio		18 mg/L	EPA 300.7:1986
Sulfato		72 mg(SO4)/L	SMEWW 4110 B
Cloreto		76 mg/L	SMEWW 4110 B

Lisboa, 2017-05-10

O Laboratório de Análises

Bárbara Alfaiate

Bárbara Alfaiate
(Responsável de Núcleo)

O ensaio assinalado com (*) não está incluído no âmbito da acreditação

Os resultados constantes neste Boletim referem-se exclusivamente à amostra e parâmetros analisados. Este Boletim só pode ser reproduzido na totalidade.
A apresentação de um resultado incluindo o símbolo < (menor), representa o limite de quantificação para esse parâmetro pelo método indicado. Lista de Métodos/Técnicas fornecida mediante solicitação.

M.M.-Método Interno; NP-Norma Portuguesa; EN-Norma Europeia; ISO-International Organization for Standardization; SMEWW-Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 22nd Ed.; EPA-Environmental Protection Agency; LAE-L'Analyse de l'Eaux,Rodier 9éme Ed.

LAIST
LABORATÓRIO
DE ANÁLISES DO IST
TÉCNICO LISBOA

Av. Rovisco Pais - 1049-001 Lisboa
Tel: 21.8417954 Fax:21.8417952 email: LabAnalises@ist.utl.pt
NIF: 501507930 http://la.ist.utl.pt/

Boletim de Análise
Nº 11007-17

IPAC acreditação
L0108
Ensaios

Cliente:

Betoteste

Núcleo Emp. da Zona do Pinheiro, Z. Norte, Rua D-Pavilhão 70

2665-601 Venda do Pinheiro

Análise Química de Água

Requisição nº 01733 de 2017-04-17
Início da Análise em: 2017-04-17
Conclusão da Análise em: 2017-05-10

Dados da Amostra

Origem: Santa Casa da Misericórdia - Obra: EGG Loteamento Rio Seco

Matriz: Água Natural Doce

Colheita

Colhida por: Cliente

Ponto de Colheita: S1 - Profundidade: 7,50 m

Efectuada em: 2017-04-17

Obs: ---

Rótulo: -----

Resultados

Parâmetro		Resultado	Método
pH	23ºC	8,09	M.M. 2.2.1 (2015-12-21)
pH de saturação	23ºC	8,06	M.M. 2.2.6 (2012-12-03)
Alcalinidade total		108 mg(CaCO3)/L	SMEWW 2320
Alcalinidade total de saturação		100 mg(CaCO3)/L	M.M. 2.2.6 (2012-12-03)
CO2 agressivo na água		< 2 mg(CO2)/L	M.M. 2.2.6 (2012-12-03)
Azoto Amoniacal		< 0,05 mg(NH4)/L	M.M. 4.1 (COL) (2016-08-31)
Magnésio		4,5 mg/L	EPA 300.7:1986
Sulfato		30 mg(SO4)/L	SMEWW 4110 B
Cloreto		36 mg/L	SMEWW 4110 B

Lisboa, 2017-05-10

O Laboratório de Análises

Bárbara Alfaiate

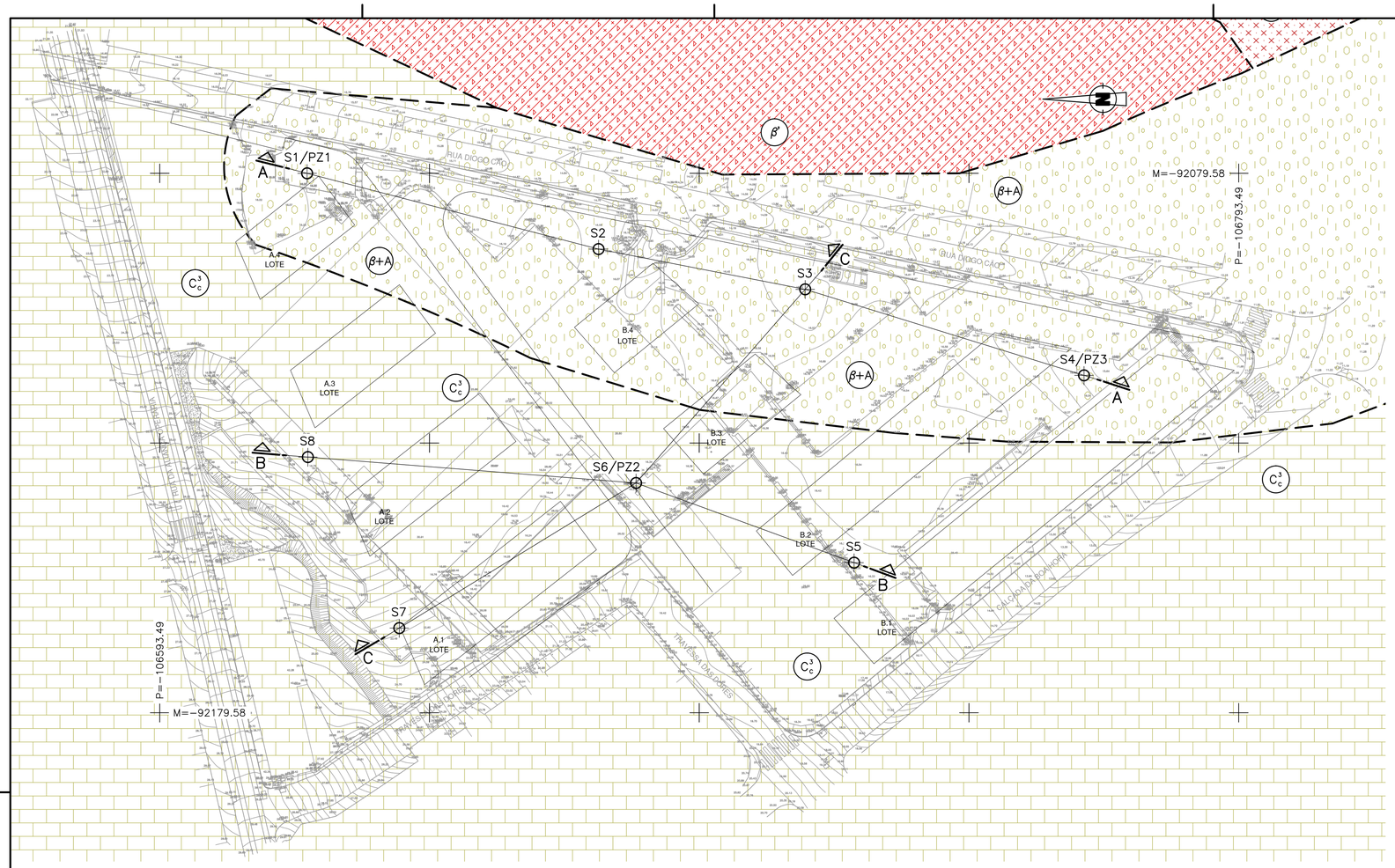
Bárbara Alfaiate
(Responsável de Núcleo)

O ensaio assinalado com (*) não está incluído no âmbito da acreditação

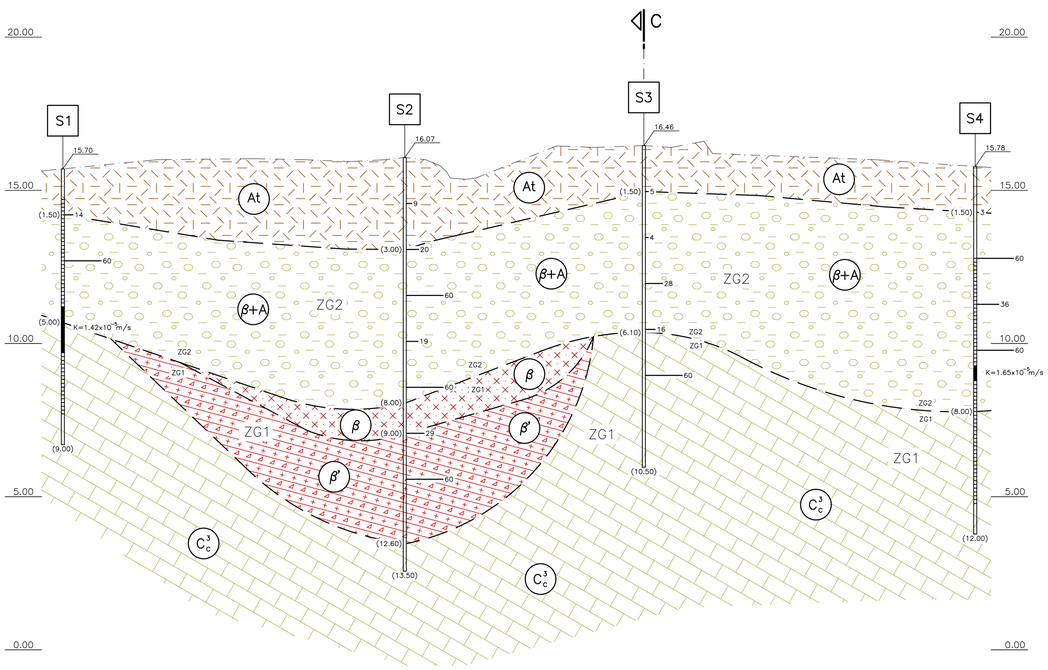
Os resultados constantes neste Boletim referem-se exclusivamente à amostra e parâmetros analisados. Este Boletim só pode ser reproduzido na totalidade.
A apresentação de um resultado incluindo o símbolo < (menor), representa o limite de quantificação para esse parâmetro pelo método indicado. Lista de Métodos/Técnicas fornecida mediante solicitação.

M.M.-Método Interno; NP-Norma Portuguesa; EN-Norma Europeia; ISO-International Organization for Standardization; SMEWW-Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 22nd Ed.; EPA-Environmental Protection Agency; LAE-L'Analyse de l'Eaux,Rodier 9éme Ed.

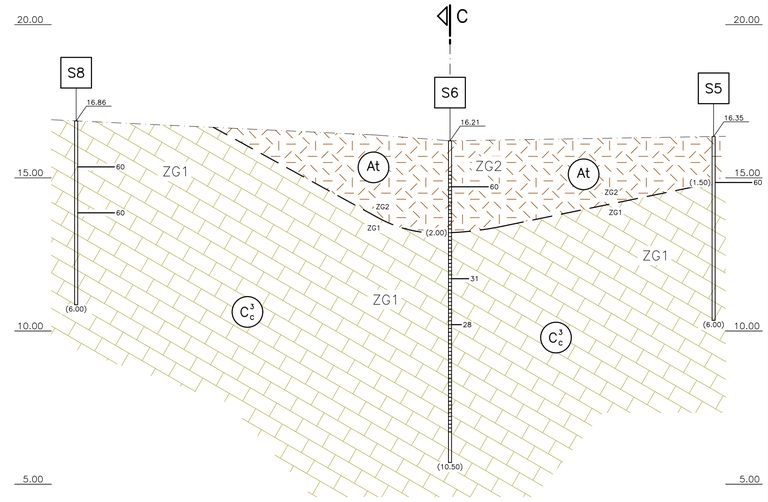
ANEXO IV - Desenho



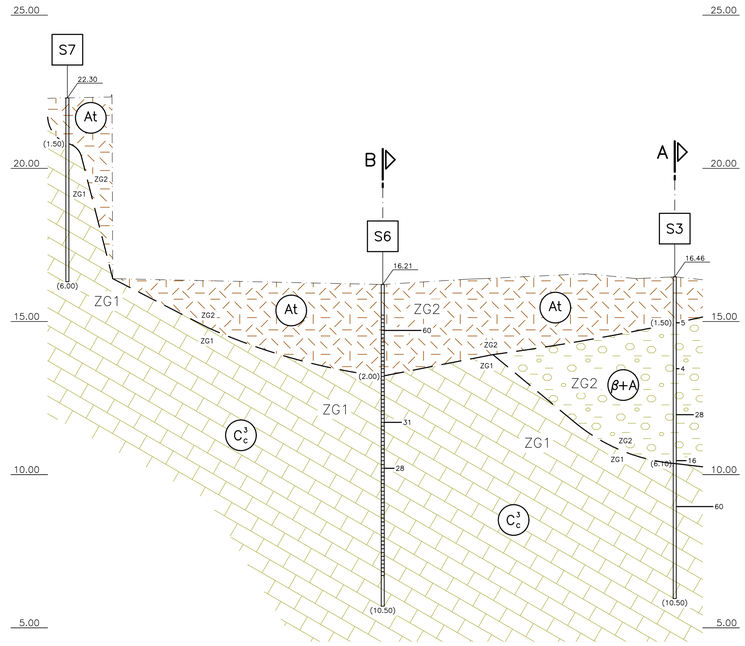
PLANTA GEOLÓGICA–GEOTÉCNICA
1/500



CORTE GEOLÓGICO–GEOTÉCNICO A–A
H: 1/500 ; V: 1/250



CORTE GEOLÓGICO–GEOTÉCNICO B–B
H: 1/500 ; V: 1/250



CORTE GEOLÓGICO–GEOTÉCNICO C–C
H: 1/500 ; V: 1/250

LEGENDA

LITOLOGIA E ESTRATIGRAFIA

DEPÓSITOS RECENTES

- At — Aterros
- β+A — Depósitos de Basalto, Aluviões e Aterros, misturados

CRETÁCICO

- C_c^3 — Calcários com rudistas
- β–β' — Basaltos e intercalações Vulcano–Sedimentares

SIMBOLOGIA

- A — A: Corte geológico–geotécnico
- Limite geológico
- ZG2 / ZG1: Horizonte Geotécnico
- K=1.42x10⁻⁴m/s: Ensaio Lefranc
- Piezómetro Instalado

TRABALHOS DE PROSPECÇÃO

- S1 — S1: Sondagem Geotécnica

NOTA

A geologia representada em planta corresponde à observada abaixo da terra vegetal e aterros.

Nota: Desenho elaborado a partir das peças desenhadas fornecidas pelo Cliente.

BETOTESTE - GABINETE DE ESTUDOS DE GEOTECNIA, LDA
Núcleo Empresarial da Venda do Pinheiro, Zona Norte, rua D. Fan. 70
2665-593 Venda do Pinheiro | Tél: 219 663 340 | Fax: 219 663 349 | Mail: betoteste@betoteste.pt

Projectou	Abr. 17	FC
Desenhou	Abr. 17	FC
Verificou	Abr. 17	JR

Diagnóstico, Levantamento e Controlo de Qualidade em Estruturas e Fundações, Lda.
r. professor reinaldo dos santos, 48 - b * 1500 - 508 lisboa * tel: 213 563 371 * fax: 213 153 550
E-mail: ger@oz-diagnostico.pt / Internet: www.oz-diagnostico.pt

Proc. 1849/ 00

SANTA CASA DA MISERICÓRDIA DE LISBOA

"SONDAGENS GEOLÓGICAS E GEOTÉCNICAS NO LOTEAMENTO DO RIO SECO EM LISBOA"

Escala 1: 500

PROSPEÇÃO GEOTÉCNICA

PLANTA GEOLÓGICA - GEOTÉCNICA
CORTES GEOLÓGICO - GEOTÉCNICOS

Des. N.º 1

Data abr./ 17

subst.

subst. por

Este desenho é da exclusiva autoria e propriedade da Oz - diagnóstico, levantamento e controlo de qualidade em estruturas e fundações, lda e da Betoteste - gabinete de estudos de geotecnia, lda. As informações nele contidas são, no entanto, livremente utilizáveis pelo Cliente, que poderá, com esse fim, reproduzir este desenho no todo ou em parte.