

**PARALELABRANGENTE, LDA.**

Loteamento na Ajuda - Lisboa

Estudo Hidrogeológico

Nota Técnica



## ÍNDICE

|                                                            |    |
|------------------------------------------------------------|----|
| 1. Introdução .....                                        | 4  |
| 2. Elementos Bibliográficos e Localização Geográfica ..... | 4  |
| 3. Trabalhos de Campo Realizados.....                      | 5  |
| 4. Caracterização Geológica .....                          | 7  |
| 5. Condições Hidrogeológicas .....                         | 10 |
| Bibliografia .....                                         | 13 |

## 1. Introdução

A presente nota técnica, elaborada por GEOTEST, LDA., a pedido de PARALELABRANGENTE, LDA., diz respeito à caracterização hidrogeológica de um lote de terreno na Ajuda, em Lisboa. Para a sua elaboração foi analisada toda a informação recolhida a partir da campanha de prospeção geotécnica realizada no âmbito do Estudo Geológico e Geotécnico, do reconhecimento geológico de superfície, bem como da consulta e recolha de elementos bibliográficos da especialidade existentes sobre o local.

O reconhecimento geotécnico da área em estudo compreendeu a realização de dez sondagens mecânicas (S1 a S10), acompanhadas sempre que possível da execução de ensaios penetração dinâmica (SPT). Durante a execução das sondagens procedeu-se à recolha de amostras remexidas, para observação macroscópica dos terrenos ocorrentes em profundidade, destinando-se algumas delas, consideradas como mais representativas, à realização de ensaios laboratoriais. Foram também colhidas dez amostras indeformadas, destinadas ao estudo de avaliação da contaminação dos solos. Em três dos furos de sondagem (S2<sub>(Pz)</sub>, S4<sub>(Pz)</sub> e S6<sub>(Pz)</sub>) foram instalados tubos piezométricos, devidamente crepinados, com o objetivo de verificar a posição do nível de água existente. Na eventualidade de vir a ser detetada a presença de níveis de água nos piezómetros instalados, estava previsto em proposta proceder à realização de ensaios de permeabilidade *in situ* (do tipo *Slug Test*) visando a determinação dos valores de permeabilidade característicos dos maciços interessados.

## 2. Elementos Bibliográficos e Localização Geográfica

O estudo iniciou-se pela recolha e análise de elementos geológicos e topográficos, existentes sobre a zona, sendo de destacar a Carta Geológica do Concelho de Lisboa, Folha 3, à escala 1:10 000, publicada pelos Serviços Geológicos de Portugal, ao que se seguiu o reconhecimento de superfície.

O reconhecimento de superfície permitiu a recolha de elementos de ordem geológico-geotécnica, visando caracterizar a morfologia e a natureza dos terrenos interessados, bem como o planeamento dos trabalhos de prospeção desenvolvidos.

A localização da área em estudo consta na planta de localização apresentada no Anexo I (Desenho n.º G-1106-22-EG-01-01), bem como na Figura 1 apresentada a seguir.



Figura 1 - Localização geral da área em estudo (Fonte: Google Earth).

### 3. Trabalhos de Campo Realizados

Para o reconhecimento geotécnico em causa, a prospeção mecânica consistiu na realização de dez sondagens (S1 a S10), com furação à rotação, recorrendo a uma sonda hidráulica da marca COMACCHIO, modelo GEO 205 e a outra da marca RIASONDA, modelo RIA 12, ambas assentes sobre lagartas. Durante a furação em solos e/ou em rochas brandas foram executados ensaios de penetração dinâmica SPT (*Standard Penetration Test*), com espaçamento da ordem de 1.5 m ou quando se verificou mudança de litologia. A amostragem contínua obtida dos maciços rochosos atravessados pelo processo de furação à rotação permitiu determinar parâmetros de qualidade, nomeadamente a Percentagem de Recuperação e o índice RQD (*Rock Quality Designation*).

A localização destes furos de sondagem seguiu todas as indicações dadas pelo Cliente e consta

no Desenho n.º G-1106-22-EG-01-01 do Estudo Geológico e Geotécnico (GEOTEST, setembro/2022), bem como na Figura 2 apresentada a seguir.

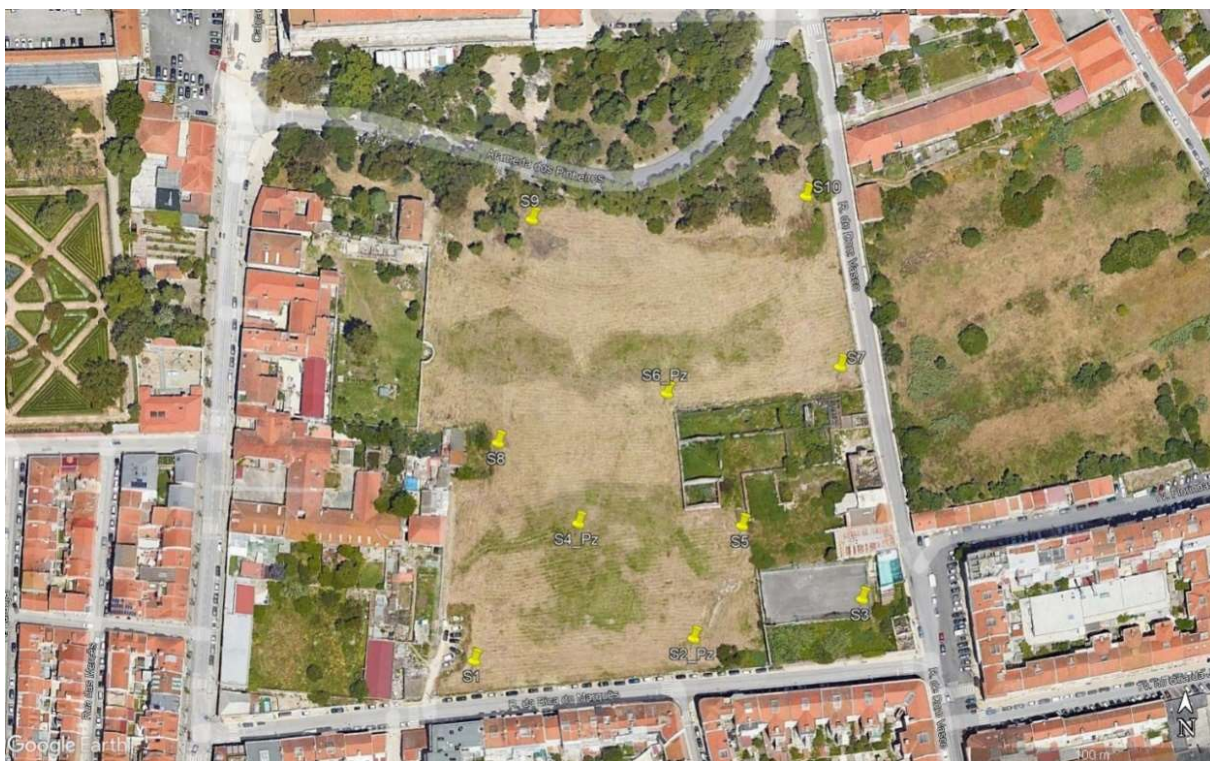


Figura 2 - Localização aproximada das sondagens S1 a S10 realizadas no loteamento na Ajuda (Fonte: Google Earth).

Os boletins individuais das sondagens e os respetivos registos fotográficos das caixas constam no Anexo I do Estudo Geológico e Geotécnico (GEOTEST, setembro/2022). Com o objetivo de avaliar a posição do nível de água, procedeu-se à instalação de piezómetros nas sondagens S2<sub>(Pz)</sub>, S4<sub>(Pz)</sub> e S6<sub>(Pz)</sub>, em tubo PVC rígido, de 2" de diâmetro, devidamente crepinados e envolvidos por material drenante, de forma a controlar a posição do nível de água ao longo do tempo.

No Quadro I apresentam-se as características dos piezómetros instalados.

Quadro I - Características dos tubos piezométricos

| Piezómetro N.º         | S2 <sub>(Pz)</sub> | S4 <sub>(Pz)</sub> | S6 <sub>(Pz)</sub> | Total        |
|------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------|
| Profundidade total (m) | 10.40              | 10.40              | 12.15              | <b>32.95</b> |
| Zona Crepinada (m)     | 4.50 - 10.00       | 4.50 - 10.00       | 6.00 - 12.00       | --           |

## 4. Caracterização Geológica

De acordo com a Carta Geológica anteriormente referida, no local em estudo ocorre o “Complexo Vulcânico de Lisboa” ( $\beta$ ), com intercalações vulcano-sedimentares em parte cartografadas ( $\beta'$ ), com idade atribuída ao Neocretácico, bem como as formações de idade atribuída ao período Cretácico (Cenomaniano superior), denominadas por “Calcários cristalizados com rudistas e calcários apinhados com *Neolobite vibrayeanus*” ( $C^3_c$ ). Mais recentemente, para estas formações do Cenomaniano superior, foi adotada a designação de “Formação da Bica” ( $C^2_{Bi}$ ).

A cartografia geológica das formações ocorrentes consta na Figura 3.

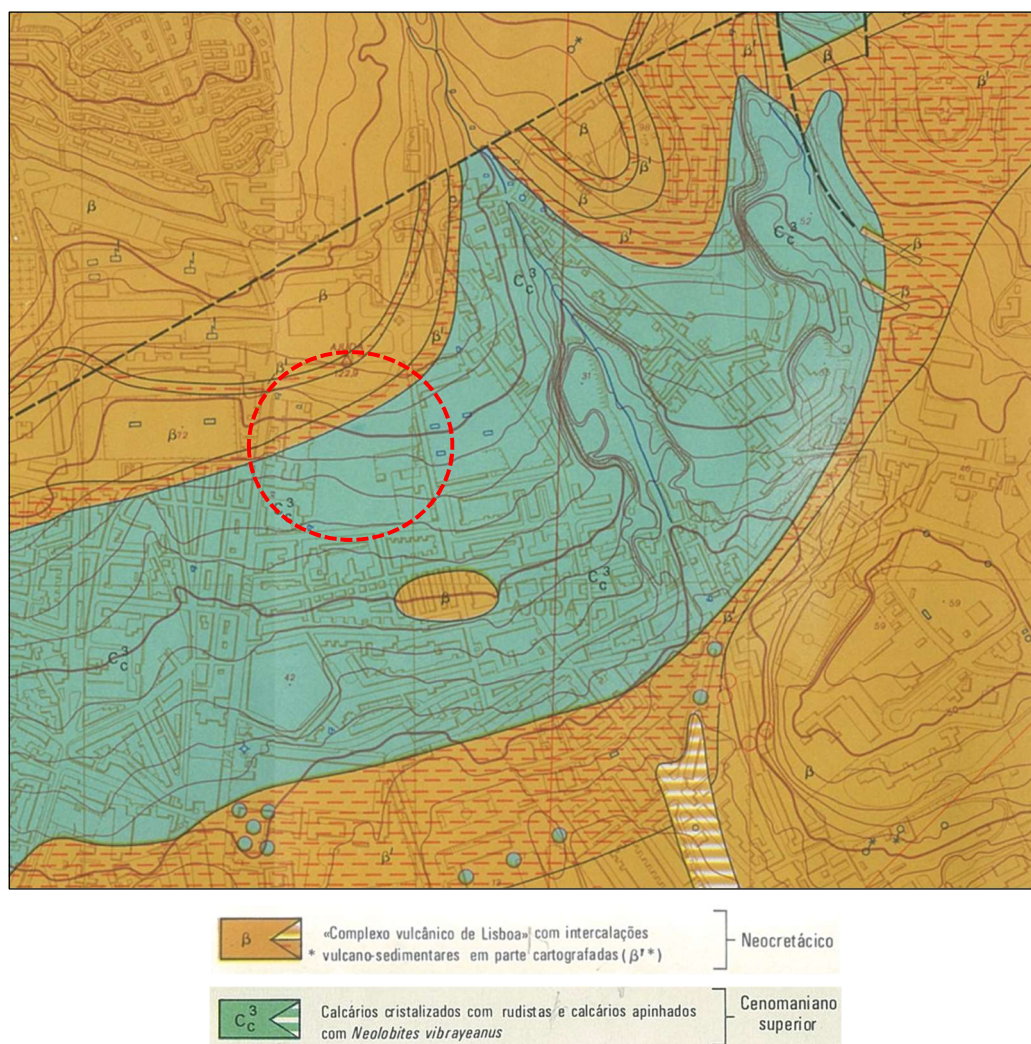


Figura 3 - Localização num extrato da Carta Geológica do Concelho de Lisboa, Folha 3, à escala 1:10 000, publicada pelos Serviços Geológicos de Portugal (sem escala).

Segundo a bibliografia consultada, o magmatismo da região de Lisboa, representado pelo "Complexo Vulcânico de Lisboa", foi um dos episódios mais importantes da atividade ígnea ocorrente durante a Era Meso-Cenozóica. Este complexo ocupa uma extensão de aproximadamente 200 km<sup>2</sup> e está representado nas regiões de Lisboa, Sintra, Mafra e Runa. É constituído, essencialmente, por uma sucessão de níveis alternantes de basaltos provenientes de derrames lávicos e de níveis de materiais piroclásticos (tufos, cineritos, aglomerados, brechas vulcânicas, etc.) depositados nas fases explosivas. Estão também presentes, neste complexo, outros tipos litológicos como os doleritos, traquitos, riólitos, gabros, entre outros. Esta diversidade petrográfica está diretamente relacionada com alguns fatores, como sejam a cristalização fracionada, assimilação, fusão parcial, ou mesmo o modo de jazida.

As formações vulcano-sedimentares têm uma constituição bastante variada, dependendo da fase em que foram depositadas, mas caracterizam-se, de uma forma geral, por margas e argilas avermelhadas intercaladas pelos episódios eruptivos.

As formações cretácicas do Cenomaniano superior são constituídas, de modo geral, por um horizonte superior formado por uma alternância de margas e de calcários margosos, passando na zona intermédia a calcários cristalinos e semi-cristalinos, em regra fossilíferos, com predominância das espécies recifais, em particular rudistas, de tons esbranquiçados, frequentemente carsificados, por vezes com nódulos e leitos de sílex, e inferiormente a calcários apinhoados, calcários com tendência margosa e margo-calcários, com abundantes alveolinídeos (C.7 de Choffat, 1900). Estas formações apresentam espessuras totais de 40.0 a 50.0 m.

Com frequência, nos calcários do Cenomaniano superior ocorrem cavidades de dissolução (carsificação), de dimensão muito variável e precipitados de calcite, em especial na fácies mais carbonatada. Devido à alteração do maciço calcário são originados solos de natureza essencialmente argilosa, de tons avermelhado a castanho-avermelhado; encontrando-se estes, com regularidade, a preencher fraturas e zonas carsificadas.

Do ponto de vista geomorfológico, as formas de relevo observadas na região onde se insere a área interessada devem-se fundamentalmente à sua evolução geomorfológica natural, dependendo em especial das formações geológicas locais, do encaixe das linhas de água e da ação humana.

A região em estudo exhibe um relevo acidentado e irregular, com vertentes marcadas por fortes declives e variações de altitude relativamente acentuadas. Este relevo sofreu o encaixe de

diversas linhas de água, umas subsidiárias de outros antigos cursos de água principais, afluentes do Rio Tejo, e outras que corriam diretamente na direção desse rio. A nascente da zona em estudo corria, desde o Alto da Ajuda até desaguar na margem direita do Rio Tejo, num vale encaixado, ladeado por zonas escarpadas, uma antiga linha de água, com orientação geral NNW-SSE.

O terreno em causa encontra-se inserido numa vertente de declive algo acentuado e de orientação geral para sul, que culmina a NE no vértice geodésico da Tapada (cota 134.00) e a montante no v.g. de Montes Claros (cota 170.00). A jusante as cotas diminuem progressivamente em direção ao Rio Tejo.

Na Figura 4 apresenta-se a localização da área em estudo num extrato da Folha 431 (Lisboa) da Carta Militar de Portugal, publicada pelo Instituto Geográfico do Exército.



Figura 4 - Localização da área em estudo num extrato da Folha 431 (Lisboa) da Carta Militar de Portugal, publicada pelo I.G.E. em 1993 (sem escala).

A nível local, o lote em estudo encontra-se entre o Palácio da Ajuda e a Rua da Bica do Marquês, onde as cotas altimétricas variam, entre as máximas de 81.00 a 87.00, próximo das sondagens

S9 e S10, imediatamente a sul da Alameda dos Pinheiros, e as mínimas de 57.50 a 63.00, nas imediações das sondagens S1, S2<sub>(PZ)</sub> e S3, junto à Rua da Bica do Marquês.

## 5. Condições Hidrogeológicas

As condições hidrogeológicas são essencialmente dominadas pela natureza litológica dos materiais presentes, estrutura geológica e condições de fracturação/alteração que caracterizam os substratos rochosos ocorrentes.

Os depósitos de aterro e/ou solos de cobertura, de génese recente, de natureza predominantemente argilosa a argilo-arenosa, pontualmente siltosa e arenosa, mas em regra com a presença de elementos líticos em proporção e dimensão variada exibem uma permeabilidade baixa a moderada.

O "Complexo Vulcânico de Lisboa" possui globalmente baixa produtividade, pelo facto de ser constituído pela alternância entre escoadas lávicas e níveis de piroclastos. Porém, os basaltos quando medianamente alterados a são apresentam permeabilidade do tipo fissural ou em grande (secundária), e quando se mostram muito alterados a decompostos a circulação de água subterrânea deve-se à permeabilidade por porosidade intergranular, dependendo esta essencialmente da natureza e granulometria dos materiais constituintes. Na presente zona em estudo não foram reconhecidas formações basálticas, mas somente tufos vulcânicos (formações piroclásticas), de natureza essencialmente silto-argilosa, com alguma componente arenosa, que no geral apresentam uma permeabilidade baixa.

A Formação Carbonatada do Cenomaniano superior apresenta uma permeabilidade do tipo fissural (secundária), em que a circulação de água se faz essencialmente através das superfícies de descontinuidade. Desta forma, a permeabilidade dependerá essencialmente do estado de fracturação do maciço, das características geométricas das fraturas (orientação, espaçamento entre fraturas e continuidade), da abertura e tipo do material de preenchimento e do grau de carsificação. A conjugação de todos estes fatores condiciona a interligação e conexão das fraturas, o que irá determinar os valores da permeabilidade secundária deste maciço rochoso.

Com a percolação de água, este tipo de rocha é habitualmente afetado por fenómenos de carsificação, resultantes da dissolução dos calcários. A infiltração e circulação de água por fraturas e superfícies de estratificação tendem a originar a lavagem e erosão destes materiais,

e consequentemente a sua abertura progressiva, dando origem a cavidades cársticas com continuidade para o interior do maciço.

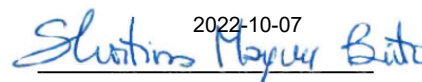
Nos Desenhos n.ºs G-1106-22-EG-01-02 e G-1106-22-EG-01-03 do Estudo Geológico e Geotécnico (GEOTEST, setembro/2022) apresenta-se o cenário geotécnico admitido para a zona em estudo, considerando a interpretação conjunta dos resultados obtidos a partir dos trabalhos de prospeção realizados.

A partir das leituras dos piezómetros instalados nas sondagens S2, S4 e S6, verificou-se que estes se encontravam sem água (secos) após os trabalhos de furação, não apresentando deste modo disponibilidade hídrica, nem viabilidade, para a execução dos ensaios de permeabilidade, do tipo *Slug Test*, inicialmente previstos. Desta forma, como se prevê a implementação de novas estruturas acima da posição do nível freático, que apenas existe abaixo das profundidades máximas atingidas pelas sondagens S2, S4 e S6, considera-se que não existirá qualquer impacto no sistema hidrogeológico local.

Vialonga, 07 de outubro de 2022

  
2022-10-07

Carina Glória (Geóloga)

  
2022-10-07

Sandra Brito (Geóloga)



## Bibliografia

- Almeida, F. M. (1986). *Carta Geológica do Concelho de Lisboa*, folha 4. Escala 1:10 000. Serviços Geológicos de Portugal;
- I.G.E. (1993). *Carta Militar de Portugal*. Escala 1:25 000. Folha 431 (Lisboa). Instituto Geográfico do Exército;
- I.N.E.T.I. (2005). *Carta Geológica de Portugal*. Escala 1:50 000. Folha 34-D (Lisboa). Departamento de Geologia. Instituto Nacional de Engenharia, Tecnologia e Inovação;
- Pais, J. et al (2006). *Notícia Explicativa da folha 34-D (Lisboa) da Carta Geológica de Portugal*. Escala 1:50 000. Departamento de Geologia. Instituto Nacional de Engenharia, Tecnologia e Inovação;
- Teixeira, C. e Gonçalves, F. (1980). *Introdução à Geologia de Portugal*. Instituto Nacional de Investigação Científica;
- Zbyszewski, G. (1963). *Notícia Explicativa da folha 4 (Lisboa) da Carta Geológica dos arredores de Lisboa*. Escala 1:50 000. Serviços Geológicos de Portugal.