

UNIVERSIDADE DE LISBOA  
FACULDADE DE CIÊNCIAS



**Ciências**  
**ULisboa**

**Modelação de dados geológicos e geotécnicos visando a produção de cartografia  
geotécnica em áreas urbanas – Aplicação a Lisboa**

*“Documento Definitivo”*

**Doutoramento em Geologia**  
Especialidade Geotecnia

Cláudia Filipa Cabeleira Narciso Pinto

Tese orientada por:

Professora Doutora Isabel Moitinho de Almeida

Professor Doutor Rui Pires de Matos Taborda

Documento especialmente elaborado para a obtenção do grau de doutor



UNIVERSIDADE DE LISBOA  
FACULDADE DE CIÊNCIAS



**Ciências**  
**ULisboa**

**Modelação de dados geológicos e geotécnicos visando a produção de cartografia  
geotécnica em áreas urbanas – Aplicação a Lisboa**

**Doutoramento em Geologia**

Especialidade Geotecnia

Cláudia Filipa Cabeleira Narciso Pinto

Tese orientada por:

Professora Doutora Isabel Moitinho de Almeida

Professor Doutor Rui Pires de Matos Taborda

Júri:

Presidente:

- Doutora Maria da Conceição Pombo de Freitas, Professora Catedrática, Faculdade de Ciência da Universidade de Lisboa

Vogais:

- Doutor António Manuel Gonçalves Pedro, Professor Auxiliar, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra
- Doutor Manuel António de Matos Fernandes, Professor Catedrático, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto
- Doutor António Milton Topa Gomes, Professor Auxiliar, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto
- Doutor Victor Manuel Pissarra Cavaleiro, Professor Catedrático, Faculdade de Engenharia da Universidade da Beira Interior
- Doutora Isabel Maria Figueiredo Lopes, na qualidade de Individualidade de Reconhecida Competência na Área Científica
- Doutora Isabel Maria Baptista Moitinho de Almeida, Professora Auxiliar Aposentada, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa (orientadora)

Documento especialmente elaborado para a obtenção do grau de doutor



*Aos meus avós Albertino e Nina  
de quem nunca vou deixar de sentir saudades,  
Ao Tomás, ao Martim e ao Diogo  
por tornarem a minha vida tão completa!*



## **Agradecimentos**

---

O conteúdo da presente Tese reflete o trabalho desenvolvido ao longo dos últimos anos como Técnica Superior na Câmara Municipal de Lisboa e aluna de Doutoramento no Departamento de Geologia da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa.

Antes de iniciar a sua apresentação quero expressar a minha gratidão a todos os que, de forma direta ou indireta, tornaram possível esta tarefa.

Em primeiro lugar quero agradecer à Professora Isabel Moitinho de Almeida, minha orientadora ....não tenho palavras para expressar quão grata estou. Além de docente em várias das disciplinas do ramo da licenciatura pela qual optei, foi desde o início do meu percurso enquanto geóloga, uma mentora, e é um imenso privilégio ter contado com a sua orientação em mais esta etapa. Obrigada pelo estímulo, pelos desafios constantes, por me ter passado a paixão pela geotecnia, mas sobretudo agradeço a oportunidade de integrar um projeto, que tem tanto de interessante como de importante, como a Carta Geotécnica de Lisboa. Porém, a sua amizade é o que mais estimo.

Professor Rui Taborda, que tão prontamente aceitou a coorientação desta aluna, obrigada. Agradeço as questões colocadas e o desafio para refletir sobre aqueles pequenos pontos que por vezes nos parecem tão óbvios e, que por esse facto nos condicionam a expressão. Obrigada pelos incentivos nas diversas fases do trabalho.

Dr. Gabriel de Almeida, considero um privilégio ter tido o acompanhamento de alguém com os seus conhecimentos. Obrigada pelos desafios permanentes e pela oportunidade de integrar o seu grupo de trabalho. Se o meu desempenho se reveste de algum mérito, em muito o devo a si. O meu agradecimento muito especial.

Professora Conceição Freitas, obrigada por ter acreditado em mim na fase inicial do meu percurso profissional.....vou sempre recordar o Laboratório de Processos Costeiros. Agradeço também todos os convites estendidos nos últimos 10 anos para participar na disciplina de Ordenamento e Impacte Ambiental, algo que tanto gosto e me completa.

À Fundação para a Ciência e Tecnologia (FCT) agradeço a atribuição da Bolsa que permitiu o arranque deste plano de estudos.

Professora Paula Teves-Costa e Professor João Cabral, obrigada pela cuidada revisão e sugestões bibliográficas.

Professor Rui Carrilho Gomes, agradeço a disponibilidade e rigor nas revisões efetuadas, mas estou sobretudo agradecida pelas discussões em torno de alguns temas....só permitiram melhorar a abordagem. Obrigada!

Professora Ana Paula Silva, obrigada pela sua disponibilidade nas várias fases deste Projeto.

Doutora Isabel Lopes, agradeço os teus contributos.

Arq.<sup>a</sup> Ana Luísa Domingos, Chefinha, obrigada por tudo. Agradeço o apoio, a amizade, todas as oportunidades, desafios, responsabilidades e especialmente todos os projetos que me permitiu integrar (uns por amor, outros nem tanto) e que possibilitaram o meu crescimento enquanto pessoa e profissional.

Arq.<sup>o</sup> Paulo Pais, além das valiosas sugestões em matéria de ordenamento, a si agradeço o acolhimento na equipa de Planeamento Urbano da CML e a oportunidade de participar em estudos tão interessantes. Obrigada!

Eng.<sup>o</sup> Carlos Ferreira, obrigada por todo o empenho, motivação e disponibilidade para “*falar com a aplicação GeoSIG*”. Essas consultas que programaste são a base do meu trabalho. Obrigada!

Pedro Leonardo e Alexandra Frias, os outros membros do Núcleo de Cartografia Geológica, obrigada pelo apoio em todos os projetos em que me meti e vos levei por arrasto.



À Câmara Municipal de Lisboa, enquanto entidade de acolhimento e nas pessoas da Arq.<sup>a</sup> Ana Domingos, Arq.º Paulo Pais, Eng<sup>a</sup> Márcia Muñoz e Arq.º José Fragata, o meu muito obrigado. Cada um de vós, em diversas fases deste projeto, possibilitou que o mesmo avançasse e se concretizasse.

Aos meus amigos João Castro, Patrícia Antunes, Cláudia Capela, Maria Manuel Pinto, Carla Pousada, Teresa Rico, Joana Fernandes e Filipa Marques, um agradecimento muito especial pela vossa amizade e pelo apoio e incentivos constantes.

À minha família, obrigada por tudo.

Tomás, Martim e Diogo, meninos lindos da mamã, obrigada pela alegria diária com que preenchem a minha vida ....embora sejam os responsáveis por todos estes cabelos brancos.

E, como o tempo despendido nem sempre é exclusivo de quem se envolve numa tarefa, termino agradecendo ao Zé Tó pelo seu amor e dedicação.....e muita paciência na fase final.

Obrigada a todos!



## Resumo

---

O presente trabalho consiste na análise e modelação de dados geológicos e geotécnicos visando a produção de cartografia geotécnica em áreas urbanas.

Estes estudos assumem especial relevância em contexto urbano, e em particular na cidade de Lisboa, porque se a densa ocupação dificulta o acesso aos afloramentos, o tratamento e sistematização do acervo de dados, obtido nas inúmeras campanhas de prospeção realizadas nas últimas décadas, permite o conhecimento do subsolo. Consciente da importância desta informação, a Câmara Municipal de Lisboa tem investido na recolha e organização dos estudos dispersos por diferentes instituições numa base de dados que permitiu a implementação de um sistema de informação geocientífica e o desenvolvimento da aplicação GeoSIG.

Quando incluída ao nível dos instrumentos de planeamento, a informação daí resultante constitui suporte fundamental à decisão e possibilita uma gestão eficaz do território.

Para a concretização do objetivo proposto foram seleccionadas seis áreas piloto, tendo em conta a quantidade e qualidade dos dados disponíveis, procurando, contudo, englobar contextos geológicos distintos.

A amostragem incluiu cerca de 7302 sondagens geotécnicas disponíveis na aplicação GeoSIG, que foram subsequentemente analisadas e tratadas através do software Microsoft Excel. A geração dos outputs finais foi realizada com base no software ArcGIS Desktop.

O sistema de informação geocientífica implementado permitiu a obtenção de cartografia de âmbito geotécnico, onde se destaca a Carta de espessura de depósitos de cobertura e a profundidade do nível freático. Este sistema permitiu igualmente o desenvolvimento das Cartas do património geológico, complexos hidrogeológicos e permeabilidade. Do cruzamento das cartas produzidas foi possível obter a Carta de aptidão hidrogeológica e aptidão à construção para as zonas piloto.

Todos estes elementos permitiram obter informação relativa às condicionantes geológicas à ocupação urbana, definir regras para a sua regulamentação, em sede dos Instrumentos de Gestão Territorial, e consubstanciam a Carta Geotécnica de Lisboa.

**Palavras-Chave:** cartografia geotécnica; áreas urbanas; base de dados geotécnicos; sistema de informação geocientífica; planeamento urbano

## Abstract

---

The present work consists in the analysis and modeling of geological/geotechnical data aiming geotechnical mapping in urban areas.

In urban context these studies take on special relevance, particularly in Lisbon city, because the intense occupation turns the outcrops not easily accessible, so data treatment and collection, obtained through several work field campaigns performed in the last decades, allows subsoil knowledge. Aware of the importance of this information, Lisbon Municipality has invested in collecting and managing studies dispersed through different institutions into a database that enabled the implementation of a geoscientific information system and the development of GeoSIG platform.

Six pilot areas were selected to achieve the initial purpose. The selection took in account the quantity and quality of the existing data as well as the requisite of covering different geological contexts.

Sampling included around 7302 geotechnical boreholes, were compiled in the Lisbon Municipality Geotechnical Database – GeoSIG. Geological and geotechnical data were analyzed using Microsoft Excel. The modulation process and the final outputs were achieved using ArcGIS Desktop.

The implemented geoscientific information system allow to deliver different factor maps, particularly the Thickness of coverage deposits and Water level depth. It also allows the identification of Geological heritage points, Hydrogeological complexes and Permeability classes. As a result of crossing the factor maps some suitability maps were produced, such as Hydrogeological and Construction Suitability.

These elements provide information about the geological constraints to urban occupation, allow the definition of regulation to territorial management instruments and support the Lisbon Geotechnical Mapping.

**Keywords:** geotechnical mapping; urban areas; geotechnical database; geoscientific information system; urban planning;



## Índice

---

Dedicatória	pg. i
Agradecimentos.....	pg. iii
Resumo.....	pg. vii
Abstract.....	pg. ix
Índice.....	pg. xi
Índice de figuras.....	pg. xvii
Índice de quadros.....	pg. xxxi
Lista de abreviaturas e siglas adotadas.....	pg. xxxv

## PARTE I

### Capítulo 1 – Considerações iniciais

1.1. Introdução.....	pg. 003
1.2. Objetivos.....	pg. 006
1.3. Estrutura da Tese.....	pg. 007

### Capítulo 2 – Cartografia geotécnica – estado da arte, conceitos e métodos

2.1. Revisão da literatura.....	pg. 009
2.1.1. A evolução da cartografia geotécnica no Mundo.....	pg. 009
2.1.2. A cartografia geotécnica em Portugal .....	pg. 016
2.2. Conceitos e métodos.....	pg. 019
2.2.1. Conceitos.....	pg. 019
2.2.2. Métodos.....	pg. 021

### Capítulo 3 – Enquadramento geral

3.1. Localização.....	pg. 027
3.2. Análise geomorfológica.....	pg. 028
3.2.1. Área imersa.....	pg. 029
3.2.2. Área emersa.....	pg. 031
3.2.3. Unidades geomorfológicas.....	pg. 033
3.2.4. Hidrologia.....	pg. 036
3.2.4.1. Rede hidrográfica.....	pg. 037

3.3. Aspetos gerais da evolução da cartografia geológica de Lisboa.....	pg. 038
3.4. Litostratigrafia.....	pg. 045
3.4.1. Sistema Cretácico / Série Inferior a Superior / Andar Albiano a Cenomaniano.....	pg. 047
3.4.2. Sistema Cretácico / Série Superior / Andar Campaniano a Maestrichtiano.....	pg. 049
3.4.3. Sistema Paleogénico / Série Eocénico a Oligocénico.....	pg. 050
3.4.4. Sistema Neogénico / Série Miocénico.....	pg. 051
3.4.5. Sistema Quaternário / Série Holocénico.....	pg. 057
3.5. Hidrogeologia.....	pg. 058
3.5.1. Hidrotermalismo.....	pg. 060
3.6. Enquadramento tectónico.....	pg. 061
3.6.1. Estrutura.....	pg. 063
3.7. Sismicidade.....	pg. 065
3.7.1. Sismicidade histórica.....	pg. 066
3.7.2. Sismicidade instrumental.....	pg. 068
3.7.3. Efeitos dos sismos à superfície.....	pg. 070

## PARTE II

### Capítulo 4 – Instrumentos de gestão territorial

4.1. Lei de bases gerais da política pública de solos, de ordenamento do território e de urbanismo (LGPPSOTU).....	pg. 075
4.2. Regime jurídico dos instrumentos de gestão territorial (RJIGT).....	pg. 076
4.3. Programa nacional da política do ordenamento do território (PNPOT).....	pg. 076
4.4. Plano regional .....	pg. 078
4.4.1. PROT da Área Metropolitana de Lisboa (PROT-AML).....	pg. 078
4.5. Plano municipal de ordenamento do território (PMOT).....	pg. 080
4.5.1. Evolução dos IGT em Lisboa.....	pg. 081
4.5.2. Plano diretor municipal de Lisboa (PDML).....	pg. 087
4.5.3. Planos de urbanização (PU).....	pg. 089
4.5.4. Planos de pormenor (PP).....	pg. 089
4.6. A geologia nos PMOT da cidade de Lisboa.....	pg. 091



## **Capítulo 5 – Sistemas de gestão e bases de dados geotécnicos**

5.1. Conceitos.....	pg. 095
5.1.1. Desenho da BD.....	pg. 097
5.1.2. Modelo de dados relacional.....	pg. 098
5.2. As aplicações do Município de Lisboa.....	pg. 099
5.2.1. A BD Geotécnicos V1.....	pg. 099
5.2.1.1. Análise da estrutura de dados existente.....	pg. 102
5.2.2. A BD Geotécnicos V2.....	pg. 104
5.2.2.1. Análise de requisitos.....	pg. 104
5.2.2.2. Desenho concetual e desenho lógico.....	pg. 106
5.2.2.3. Migração de Dados.....	pg. 110
5.3. A aplicação GeoSIG.....	pg. 111
5.3.1. Desenho concetual.....	pg. 112
5.3.2. Desenho lógico.....	pg. 114
5.3.3. Principais funcionalidades da aplicação GeoSIG.....	pg. 115

## **Capítulo 6 – Áreas piloto**

6.1. Alcântara e Campo de Ourique – AP1.....	pg. 118
6.1.1. Evolução urbana.....	pg. 121
6.2. Centro Histórico – AP2.....	pg. 124
6.2.1. Evolução urbana.....	pg. 127
6.3. Chelas e Areeiro – AP3.....	pg. 129
6.3.1. Evolução urbana.....	pg. 132
6.4. Parque das Nações e Olivais – AP4.....	pg. 132
6.4.1. Evolução urbana.....	pg. 135
6.5. Telheiras e Campo Grande – AP5.....	pg. 137
6.5.1. Evolução urbana.....	pg. 139
6.6. Avenidas Novas – AP6.....	pg. 140
6.6.1. Evolução urbana.....	pg. 143

## **PARTE III**

### **Capítulo 7 – Amostragem e análise dos dados**

7.1. Amostragem.....	pg. 149
7.2. Análise dos dados.....	pg. 153
7.2.1. Unidades litológicas.....	pg. 154
7.2.1.1. AP1 – Alcântara e Campo de Ourique.....	pg. 154
7.2.1.2. AP2 – Centro Histórico.....	pg. 159
7.2.1.3. AP3 – Chelas e Areeiro.....	pg. 164
7.2.1.4. AP4 – Parque das Nações e Olivais.....	pg. 170
7.2.1.5. AP5 – Telheiras e Campo Grande.....	pg. 176
7.2.1.6. AP6 – Avenidas Novas.....	pg. 178
7.2.2. Dados hidrogeológicos.....	pg. 180
7.2.2.1. Drenagem superficial.....	pg. 180
7.2.2.2. Água subterrânea.....	pg. 181
7.2.3. Ensaio SPT (standard penetration test).....	pg. 190
7.2.3.1. Tratamento dos resultados dos ensaios SPT.....	pg. 192

### **Capítulo 8 – Sistema de informação geocientífica**

8.1. Cartas de fatores.....	pg. 217
8.1.1. Geologia, estrutura, extração de materiais de construção e património geológico.....	pg. 217
8.1.2. Geomorfologia.....	pg. 228
8.1.3. Hidrologia / Hidrogeologia.....	pg. 236
8.1.4. Uso do solo.....	pg. 251
8.2. Cartas auxiliares.....	pg. 252
8.3. Cartas derivadas.....	pg. 253
8.3.1. Complexos hidrogeológicos e Classes de permeabilidade relativa dos solos.....	pg. 253
8.3.2. Espessura de depósitos de cobertura.....	pg. 259
8.3.3. Unidades geotécnicas.....	pg. 265
8.4. Cartas síntese.....	pg. 281
8.4.1. Zonamento geotécnico.....	pg. 282

8.4.2. Aptidão hidrogeológica.....	pg. 288
8.4.3. Aptidão à Construção.....	pg. 296

**Capítulo 9 – Condicionantes ao desenvolvimento urbano e sua regulamentação**

9.1. Condicionantes de ordem geológica à ocupação urbana.....	pg. 306
9.2. Condicionantes de ordem geomorfológica à ocupação urbana.....	pg. 307
9.3. Condicionantes de ordem hidrogeológica à ocupação urbana.....	pg. 308
9.4. Condicionantes de ordem geotécnica à ocupação urbana.....	pg. 309
9.5. Proposta de regulamentação das condicionantes em sede dos IGT.....	pg. 310

**Capítulo 10 – Considerações finais**

10.1. Trabalhos Futuros.....	pg. 318
------------------------------	---------

**Referências Bibliográficas** pg. 321

**Anexos**

I – Despacho 85/P/82, de 6 de agosto.....	pg. 351
II - Despacho 3/P/92, de 3 de janeiro.....	pg. 355
III - Ordem de Serviço n.º 3/DAU/98.....	pg. 359
IV – Manual de Utilização da aplicação GeoSIG.....	pg. 363
V – Listagem dos Relatórios Geológico/Geotécnicos e Hidrogeológicos analisados.....	pg. 393
Anexo VI – Frequências absolutas e acumuladas – ensaios SPT – Aterros e aluviões	pg. 435
VII – Património Geológico da Cidade de Lisboa.....	pg. 441



## Índice de figuras

---

Fig. 2.01.	Fluxograma correspondente à metodologia proposta por Matula (1979).....	pg. 022
Fig. 2.02.	Fluxograma correspondente à metodologia proposta por Silva (2003), para a produção de cartas integradas.....	pg. 024
Fig. 2.03.	Fluxograma correspondente à metodologia proposta por Silva (2003), para a produção de cartas síntese.....	pg. 025
Fig. 3.01.	Localização da área em estudo.....	pg. 027
Fig. 3.02.	Parque edificado, espaços verdes e rede viária principal – Município de Lisboa.....	pg. 028
Fig. 3.03.	Modelo batimétrico do estuário do Tejo.....	pg. 029
Fig. 3.04.	Estuário do Tejo: A - Delimitação morfológica dos setores observados na área em estudo; B – Delimitação dos domínios intertidal e supratidal.....	pg. 031
Fig. 3.05.	Modelo Numérico Altimétrico (MNA).....	pg. 032
Fig. 3.06.	Carta de Declives.....	pg. 033
Fig. 3.07.	Unidades geomorfológicas do concelho de Lisboa.....	pg. 034
Fig. 3.08.	Vista 3D ilustrativa dos aspetos geomorfológicos da unidade A.....	pg. 035
Fig. 3.09.	Vista 3D ilustrativa dos relevos tipo costeira e interflúvios – Unidade B – zona da Baixa Pombalina.....	pg. 036
Fig. 3.10.	Rede hidrográfica do concelho de Lisboa.....	pg. 038
Fig. 3.11.	Carta geológica da zona envolvente a Lisboa (1841).....	pg. 039
Fig. 3.12.	Carta geológica de Portugal à escala 1.500.000 (1876).....	pg. 040
Fig. 3.13.	Carta geológica de Lisboa à escala 1:20.000 (1940).....	pg. 041
Fig. 3.14.	Carta geológica de Lisboa à escala 1:50.000 (1950).....	pg. 042
Fig. 3.15.	Carta geológica da área da grande Lisboa (1951).....	pg. 042
Fig. 3.16.	Carta geológica de Lisboa à escala 1:10.000 (1986).....	pg. 043

Fig. 3.17.	Carta geológica de Lisboa de 1986 – formato digital.....	pg. 044
Fig. 3.18.	Carta geológica de Lisboa à escala 1:10.000, com simbologia adotada de Pais <i>et al.</i> (2006).....	pg. 046
Fig. 3.19.	Unidades hidrogeológicas .....	pg. 059
Fig. 3.20.	Localização das ocorrências hidrominerais existentes na zona de Alfama.....	pg. 060
Fig. 3.21.	Enquadramento tectónico do maciço calcário estremenho e da região de Lisboa.....	pg. 062
Fig. 3.22.	Estruturas sismogénicas da margem continental SW-Ibérica.....	pg. 066
Fig. 3.23.	Isossistas do sismo histórico de 1909.....	pg. 068
Fig. 3.24.	Sismicidade de Portugal Continental (Data: 02-03-2020).....	pg. 070
Fig. 3.25.	Esquema dos fenómenos principais que afetam o movimento sísmico.	pg. 071
Fig. 4.01.	Diplomas legais e IGT a nível nacional e regional.....	pg. 080
Fig. 4.02.	Plano geral de urbanização e expansão de Lisboa (PGUEL).....	pg. 082
Fig. 4.03.	Plano geral de urbanização da cidade de Lisboa (PGUCL).....	pg. 083
Fig. 4.04.	Plano estratégico de Lisboa (PEL).....	pg. 084
Fig. 4.05.	Evolução dos IGT em Lisboa.....	pg. 086
Fig. 4.06.	Elementos constituintes do PDML.....	pg. 088
Fig. 4.07.	Planos de urbanização eficazes.....	pg. 090
Fig. 4.08.	Planos de pormenor eficazes.....	pg. 091
Fig. 5.01.	Processo de desenho de BD.....	pg. 098
Fig. 5.02.	Página principal da aplicação BD geotécnicos V1.....	pg. 100
Fig. 5.03.	Modelo lógico da BD Geotécnicos V1.....	pg. 101
Fig. 5.04.	Exemplo da duplicação de sondagens existente na BD V1.....	pg. 103
Fig. 5.05.	Relações associadas à entidade principal - <i>TP_Relatorio</i> .....	pg. 107

Fig. 5.06.	Relações associadas à entidade principal - <i>TP_Sondagens</i> .....	pg. 108
Fig. 5.07.	Lista de valores relativos às unidades litostratigráficas.....	pg. 109
Fig. 5.08.	Página principal da BD. V2.....	pg. 110
Fig. 5.09.	Esquema das entidades externas e interfaces da aplicação GeoSIG...	pg. 113
Fig. 5.10.	Modelo de dados da aplicação GeoSIG.....	pg. 114
Fig. 5.11.	Ecrã principal da aplicação GeoSIG.....	pg. 115
Fig. 6.01.	Distribuição das sondagens geotécnicas disponíveis na aplicação GeoSIG.....	pg. 117
Fig. 6.02.	Localização das áreas piloto.....	pg. 118
Fig. 6.03.	Ortofotocartografia AP1 – Alcântara e Campo de Ourique.....	pg. 119
Fig. 6.04.	Ocupação superficial do território e rede de mobilidade urbana AP1 – Alcântara e Campo de Ourique.....	pg. 120
Fig. 6.05.	Cartografia histórica (esquerda: 1807 – Duarte Fava; centro:1911 – Silva Pinto; direita:1950) AP1 – Alcântara e Campo de Ourique.....	pg. 122
Fig. 6.06.	Obras de edificação do Caneiro de Alcântara.....	pg. 123
Fig. 6.07.	Esquema do troço de confluência.....	pg. 123
Fig. 6.08.	Imagem do troço de confluência.....	pg. 123
Fig. 6.09.	Esquema do troço marítimo.....	pg. 124
Fig. 6.10.	Ortofotocartografia AP2 – Centro Histórico.....	pg. 125
Fig. 6.11.	Ocupação superficial do território e rede de mobilidade urbana – AP2 – Centro Histórico.....	pg. 126
Fig. 6.12.	Limites da cidade de Lisboa em 1375.....	pg. 128
Fig. 6.13.	Baixa Pombalina pós terramoto.....	pg. 128
Fig. 6.14.	Cartografia histórica – 1950 – AP2 – Centro Histórico.....	pg. 129
Fig. 6.15.	Ortofotocartografia AP3 – Chelas e Areeiro.....	pg. 130
Fig. 6.16.	Ocupação superficial do território e rede de mobilidade urbana – AP3 – Chelas e Areeiro.....	pg. 131

Fig. 6.17.	Cartografia histórica (esquerda: 1911 – Silva Pinto; centro: 1950; direita: 2001) AP3 – Chelas e Areeiro.....	pg. 132
Fig. 6.18.	Ortofotocartografia AP4 – Parque das Nações e Olivais.....	pg. 132
Fig. 6.19.	Ocupação superficial do território e rede de mobilidade urbana – AP4 – Parque das Nações e Olivais.....	pg. 133
Fig. 6.20.	Cartografia histórica (topo esquerdo: 1911 – Silva Pinto; topo direito: 1950; base esquerda: 1987; base direita: 2001) AP4 – Parque das Nações e Olivais.....	pg. 136
Fig. 6.21.	Ortofotocartografia AP5 – Telheiras e Campo Grande.....	pg. 137
Fig. 6.22.	Ocupação superficial do território e rede de mobilidade urbana AP5 – Telheiras e Campo Grande.....	pg. 138
Fig. 6.23.	Cartografia histórica (topo esquerdo: 1911 – Silva Pinto; topo direito: 1950; base esquerda: 1970; base direita: 2003) AP5 – Lumiar e Telheiras.....	pg. 140
Fig. 6.24.	Ortofotocartografia AP6 – Avenidas Novas.....	pg. 141
Fig. 6.25.	Ocupação superficial do território e rede de mobilidade urbana AP6 – Avenidas Novas.....	pg. 142
Fig. 6.26.	Cartografia histórica 1911 – Silva Pinto AP6 – Avenidas Novas.....	pg. 144
Fig. 6.27.	Pedreira de Basalto.....	pg. 144
Fig. 6.28.	Cartografia histórica – 1950. AP6 – Avenidas Novas.....	pg. 145
Fig. 7.01.	Distribuição dos pontos de amostragem - AP1.....	pg. 150
Fig. 7.02.	Distribuição dos pontos de amostragem – AP2.....	pg. 150
Fig. 7.03.	Distribuição dos pontos de amostragem – AP3.....	pg. 151
Fig. 7.04.	Distribuição dos pontos de amostragem – AP4.....	pg. 151
Fig. 7.05.	Distribuição dos pontos de amostragem – AP5.....	pg. 152
Fig. 7.06.	Distribuição dos pontos de amostragem – AP6.....	pg. 152



Fig. 7.07.	Caraterização litológica dos depósitos de cobertura – AP1 (A - Aterros; B - Aluviões).....	pg. 156
Fig. 7.08.	Caraterização litológica da unidade <i>Argilas de Prazeres</i> – AP1.....	pg. 157
Fig. 7.09.	Caraterização litológica do <i>Complexo Vulcânico de Lisboa</i> - AP1.....	pg. 158
Fig. 7.10.	Caraterização litológica das formações cretácicas – AP1(A – Formação de Bica; B – Formação de Caneças).....	pg. 158
Fig. 7.11.	Caraterização litológica dos depósitos de cobertura – AP2 (A - Aterros; B - Aluviões).....	pg. 161
Fig. 7.12.	Caraterização litológica das formações argilosas miocénicas – AP2 (A – <i>Argilas de Prazeres</i> ; B – <i>Argilas de Forno do Tijolo</i> ).....	pg. 162
Fig. 7.13.	Caraterização litológica das formações arenosas miocénicas – AP2 (A – <i>Areolas de Estefânia</i> ; B – <i>Areias de Quinta do Bacalhau</i> ; C – <i>Areias com Placuna</i> ).....	pg. 163
Fig. 7.14.	Caraterização litológica das formações carbonatadas miocénicas – AP2 (A – <i>Calcários de Entrecampos</i> ; B – <i>Calcários de Casal Vistoso</i> ).....	pg. 164
Fig. 7.15.	Caraterização litológica dos depósitos de cobertura – AP3 (A – Aterros; B – Aluviões).....	pg. 166
Fig. 7.16.	Caraterização litológica das formações argilosas miocénicas – AP3 (A – <i>Argilas de Forno do Tijolo</i> ; B – <i>Argilas de Xabregas</i> ).....	pg. 167
Fig. 7.17.	Caraterização litológica das formações arenosas miocénicas – AP3 (A – <i>Areias de Quinta do Bacalhau</i> ; B – <i>Areias com Placuna</i> ; C – <i>Areias de Vale de Chelas</i> ).....	pg. 168
Fig. 7.18.	Caraterização litológica das formações carbonatadas miocénicas – AP3 (A – <i>Calcários de Casal Vistoso</i> ; B – <i>Calcários de Musgueira</i> ; C – <i>Calcário de Quinta das Conchas</i> ).....	pg. 169
Fig. 7.19.	Caraterização litológica das formações de cobertura – AP4 (A – Aterros; B – Aluviões).....	pg. 172

Fig. 7.20.	Caraterização litológica da formação <i>Argilas de Xabregas</i> – AP4.....	pg. 173
Fig. 7.21.	Caraterização litológica das formações arenosas miocénicas – AP4 (A – <i>Grés dos Grilos</i> ; B – <i>Areolas de Braço de Prata</i> ; C – <i>Areolas de Cabo Ruivo</i> ).....	pg. 174
Fig. 7.22.	Caraterização litológica das formações carbonatadas miocénicas – AP4 (A – <i>Calcário de Quinta das Conchas</i> ; B – <i>Calcários de Marvila</i> ).....	pg. 175
Fig. 7.23.	Caraterização litológica da <i>Formação de Benfica</i> – AP5.....	pg. 178
Fig. 7.24.	Sondagens com informação de cariz hidrogeológico e sua distribuição por intervalos de profundidade.....	pg. 183
Fig. 7.25.	Histograma de frequência e frequência acumulada de <i>N – Aterros</i> .....	pg. 196
Fig. 7.26.	Histograma de frequência e frequência acumulada de <i>N – Aluviões</i> ....	pg. 197
Fig. 7.27.	Histograma de frequência e frequência acumulada de <i>N – Areolas de Cabo Ruivo</i> .....	pg. 199
Fig. 7.28.	Histograma de frequência e frequência acumulada de <i>N – Areolas de Braço de Prata</i> .....	pg. 199
Fig. 7.29.	Histograma de frequência e frequência acumulada de <i>N – Calcários de Marvila</i> .....	pg. 200
Fig. 7.30.	Histograma de frequência e frequência acumulada de <i>N – Grés dos Grilos</i> .....	pg. 201
Fig. 7.31.	Histograma de frequência e frequência acumulada de <i>N – Argilas de Xabregas</i> .....	pg. 202
Fig. 7.32.	Histograma de frequência e frequência acumulada de <i>N – Calcários de Quinta das Conchas</i> .....	pg. 202
Fig. 7.33.	Histograma de frequência e frequência acumulada de <i>N – Areias de Vale de Chelas</i> .....	pg. 203
Fig. 7.34.	Histograma de frequência e frequência acumulada de <i>N – Calcários de Musgueira</i> .....	pg. 204

Fig. 7.35.	Histograma de frequência e frequência acumulada de <i>N – Areias com Placuna</i> .....	pg. 205
Fig. 7.36.	Histograma de frequência e frequência acumulada de <i>N – Calcários de Casal Vistoso</i> .....	pg. 205
Fig. 7.37.	Histograma de frequência e frequência acumulada de <i>N – Areias de Quinta do Bacalhau</i> .....	pg. 206
Fig. 7.38.	Histograma de frequência e frequência acumulada de <i>N – Argilas de Forno do Tijolo</i> .....	pg. 207
Fig. 7.39.	Histograma de frequência e frequência acumulada de <i>N – Calcários de Entrecampos</i> .....	pg. 208
Fig. 7.40.	Histograma de frequência e frequência acumulada de <i>N – Areolas de Estefânia</i> .....	pg. 209
Fig. 7.41.	Histograma de frequência e frequência acumulada de <i>N – Argilas de Prazeres</i> .....	pg. 209
Fig. 7.42.	Histograma de frequência e frequência acumulada de <i>N – Formação de Benfica</i> .....	pg. 210
Fig. 7.43.	Histograma de frequência e frequência acumulada de <i>N – Complexo Vulcânico de Lisboa ...</i>	pg. 211
Fig. 7.44.	Histograma de frequência e frequência acumulada de <i>N – Formação de Bica</i> .....	pg. 212
Fig. 7.45.	Histograma de frequência e frequência acumulada de <i>N – Formação de Caneças</i> .....	pg. 213
Fig. 8.01.	Modelos 3D de uma pedreira sita na Av. Ceuta, em 1950 e em 2012, de que resulta a diferença entre as superfícies; a imagem avalia o volume de enchimento da antiga extração.....	pg. 219
Fig. 8.02.	Excerto da Planta de Qualificação do Espaço Urbano – PDM de Lisboa.....	pg. 220
Fig. 8.03.	Parque Urbano do Rio Seco, Lisboa.....	pg. 221
Fig. 8.04.	Totem - Geomonumento do Rio Seco, Lisboa .....	pg. 222

Fig. 8.05.	Ação de divulgação – Parque da Pedra, Lisboa .....	pg. 222
Fig. 8.06.	Carta de fatores: Litologia, estrutura, extração de materiais de construção e património geológico – AP1.....	pg. 223
Fig. 8.07.	Carta de fatores: Litologia, estrutura, extração de materiais de construção e património geológico – AP2.....	pg. 224
Fig. 8.08.	Carta de fatores: Litologia, estrutura, extração de materiais de construção e património geológico – AP3.....	pg. 225
Fig. 8.09.	Carta de fatores: Litologia, estrutura, extração de materiais de construção e património geológico – AP4.....	pg. 226
Fig. 8.10.	Carta de fatores: Litologia, estrutura, extração de materiais de construção e património geológico – AP5.....	pg. 227
Fig. 8.11.	Carta de fatores: Litologia, estrutura, extração de materiais de construção e património geológico – AP6.....	pg. 228
Fig. 8.12.	Modelo de geoprocessamento automático para a geração da Carta de Declives.....	pg. 229
Fig. 8.13.	Carta de fatores: Declives – AP1.....	pg. 230
Fig. 8.14.	Carta de fatores: Declives – AP2.....	pg. 231
Fig. 8.15.	Carta de fatores: Declives – AP3.....	pg. 232
Fig. 8.16.	Carta de fatores: Declives – AP4.....	pg. 233
Fig. 8.17.	Carta de fatores: Declives – AP5.....	pg. 234
Fig. 8.18.	Carta de fatores: Declives – AP6.....	pg. 235
Fig. 8.19.	Carta de fatores: Bacias, rede hidrográfica e inventário de pontos de água – AP1.....	pg. 237
Fig. 8.20.	Carta de fatores: Bacias, rede hidrográfica e inventário de pontos de água – AP2.....	pg. 237
Fig. 8.21.	Carta de fatores: Bacias, rede hidrográfica e inventário de pontos de água – AP3.....	pg. 238

Fig. 8.22.	Carta de fatores: Bacias, rede hidrográfica e inventário de pontos de água – AP4.....	pg. 238
Fig. 8.23.	Carta de fatores: Bacias, rede hidrográfica e inventário de pontos de água – AP5.....	pg. 239
Fig. 8.24.	Carta de fatores: Bacias, rede hidrográfica e inventário de pontos de água – AP6.....	pg. 239
Fig. 8.25.	Modelo de geoprocessamento automático para a geração das cartas de direção dos fluxos e pontos de acumulação de água.....	pg. 240
Fig. 8.26.	Carta de fatores: Pontos de acumulação de água (esquerda) e direção do fluxo superficial (direita) – AP1.....	pg. 241
Fig. 8.27.	Carta de fatores: Pontos de acumulação de água (topo) e direção do fluxo superficial (base) – AP2.....	pg. 242
Fig. 8.28.	Carta de fatores: Pontos de acumulação de água (esquerda) e direção do fluxo superficial (direita) – AP3.....	pg. 243
Fig. 8.29.	Carta de fatores: Pontos de acumulação de água (topo) e direção do fluxo superficial (base) – AP4.....	pg. 244
Fig. 8.30.	Carta de fatores: Pontos de acumulação de água (topo) e direção do fluxo superficial (base) – AP5.....	pg. 245
Fig. 8.31.	Carta de fatores: Pontos de acumulação de água (topo) e direção do fluxo superficial (base) – AP6.....	pg. 246
Fig. 8.32.	Carta de fatores: Nível freático – AP1.....	pg. 247
Fig. 8.33.	Carta de fatores: Nível freático – AP2.....	pg. 248
Fig. 8.34.	Carta de fatores: Nível freático – AP3.....	pg. 248
Fig. 8.35.	Carta de fatores: Nível freático – AP4.....	pg. 249
Fig. 8.36.	Carta de fatores: Nível freático – AP5.....	pg. 249
Fig. 8.37.	Carta de fatores: Nível freático – AP6.....	pg. 250

Fig. 8.38.	Cartas derivadas: Complexos hidrogeológicos (esquerda) e Classes de permeabilidade relativa dos solos (direita) – AP1.....	pg. 254
Fig. 8.39.	Cartas derivadas: Complexos hidrogeológicos (topo) e Classes de permeabilidade relativa dos solos (base) – AP2.....	pg. 255
Fig. 8.40.	Cartas derivadas: Complexos hidrogeológicos (esquerda) e Classes de permeabilidade relativa dos solos (direita) – AP3.....	pg. 256
Fig. 8.41.	Cartas derivadas: Complexos hidrogeológicos (esquerda) e Classes de permeabilidade relativa dos solos (direita) – AP4.....	pg. 256
Fig. 8.42.	Cartas derivadas: Complexos hidrogeológicos (topo) e Classes de permeabilidade relativa dos solos (base) – AP5.....	pg. 257
Fig. 8.43.	Cartas derivadas: Complexos hidrogeológicos (topo) e Classes de permeabilidade relativa dos solos (base) – AP6.....	pg. 258
Fig. 8.44.	Cartas derivadas: Espessura de depósitos de cobertura: Aterros (esquerda) e Aluviões (direita) – AP1.....	pg. 260
Fig. 8.45.	Cartas derivadas: Espessura de depósitos de cobertura: Aterros – AP2.....	pg. 261
Fig. 8.46.	Cartas derivadas: Espessura de depósitos de cobertura: Aluviões – AP2.....	pg. 261
Fig. 8.47.	Cartas derivadas: Espessura de depósitos de cobertura: Aterros (esquerda) e Aluviões (direita) – AP3.....	pg. 262
Fig. 8.48.	Cartas derivadas: Espessura de depósitos de cobertura: Aterros (esquerda) e Aluviões (direita) – AP4.....	pg. 262
Fig. 8.49.	Cartas derivadas: Espessura de depósitos de cobertura: Aterros – AP5.....	pg. 263
Fig. 8.50.	Cartas derivadas: Espessura de depósitos de cobertura: Aluviões – AP5.....	pg. 263
Fig. 8.51.	Cartas derivadas: Espessura de depósitos de cobertura: Aterros – AP6.....	pg. 264

Fig. 8.52.	Cartas derivadas: Espessura de depósitos de cobertura: Aluviões – AP6.....	pg. 264
Fig. 8.53.	Cartas derivadas: Unidades geotécnicas – AP1.....	pg. 266
Fig. 8.54.	Cartas derivadas: Unidades geotécnicas – AP2.....	pg. 267
Fig. 8.55.	Cartas derivadas: Unidades geotécnicas – AP3.....	pg. 268
Fig. 8.56.	Cartas derivadas: Unidades geotécnicas – AP4.....	pg. 268
Fig. 8.57.	Cartas derivadas: Unidades geotécnicas – AP5.....	pg. 269
Fig. 8.58.	Cartas derivadas: Unidades geotécnicas – AP6.....	pg. 270
Fig. 8.59.	Cartas derivadas: Variação dos valores $N_{SPT}$ com a profundidade – AP1 (esquerda: profundidade 0-4m; centro: profundidade 4-8m; direita: profundidade > 8m).....	pg. 275
Fig. 8.60.	Cartas derivadas: Variação dos valores $N_{SPT}$ com a profundidade – AP2 (topo: profundidade 0-4m; centro: profundidade 4-8m; base: profundidade > 8m).....	pg. 276
Fig. 8.61.	Cartas derivadas: Variação dos valores $N_{SPT}$ com a profundidade – AP3 (esquerda: profundidade 0-4m; centro: profundidade 4-8m; direita: profundidade > 8m).....	pg. 277
Fig. 8.62.	Cartas derivadas: Variação dos valores $N_{SPT}$ com a profundidade – AP4 (esquerda: profundidade 0-4m; centro: profundidade 4-8m; direita: profundidade > 8m).....	pg. 277
Fig. 8.63.	Cartas derivadas: Variação dos valores $N_{SPT}$ com a profundidade – AP5 (topo: profundidade 0-4m; centro: profundidade 4-8m; base: profundidade > 8m).....	pg. 278
Fig. 8.64.	Cartas derivadas: Variação dos valores $N_{SPT}$ com a profundidade – AP6 (topo: profundidade 0-4m; centro: profundidade 4-8m; base: profundidade > 8m).....	pg. 280
Fig. 8.65.	Carta síntese: Zonas geotécnicas – AP1 (esquerda: ZG1; direita: ZG4).....	pg. 283
Fig. 8.66.	Carta síntese: Zona geotécnica 1 – AP2.....	pg. 283

Fig. 8.67.	Carta síntese: Zona geotécnica 4 – AP2.....	pg. 284
Fig. 8.68.	Carta síntese: Zonas geotécnicas – AP3 (esquerda: ZG1; direita: ZG4).....	pg. 284
Fig. 8.69.	Carta síntese: Zonas geotécnicas – AP4 (esquerda: ZG1; direita: ZG4).....	pg. 285
Fig. 8.70.	Carta síntese: Zona geotécnica 1 – AP5.....	pg. 285
Fig. 8.71.	Carta síntese: Zona geotécnica 4 – AP5.....	pg. 286
Fig. 8.72.	Carta síntese: Zona geotécnica 1 – AP6.....	pg. 286
Fig. 8.73.	Carta síntese: Zona geotécnica 4 – AP6.....	pg. 287
Fig. 8.74.	Modelo de geoprocessamento automático gerado para a produção da Carta síntese aptidão hidrogeológica.....	pg. 291
Fig. 8.75.	Carta síntese: Aptidão hidrogeológica – AP1.....	pg. 292
Fig. 8.76.	Carta síntese: Aptidão hidrogeológica – AP2.....	pg. 293
Fig. 8.77.	Carta síntese: Aptidão hidrogeológica – AP3.....	pg. 293
Fig. 8.78.	Carta síntese: Aptidão hidrogeológica – AP4.....	pg. 294
Fig. 8.79.	Carta síntese: Aptidão hidrogeológica – AP5.....	pg. 294
Fig. 8.80.	Carta síntese: Aptidão hidrogeológica – AP6.....	pg. 295
Fig. 8.81.	Modelo de geoprocessamento automático gerado para a produção da carta síntese Aptidão à Construção.....	pg. 299
Fig. 8.82.	Carta síntese: Aptidão à construção – AP1.....	pg. 300
Fig. 8.83.	Carta síntese: Aptidão à construção – AP2.....	pg. 300
Fig. 8.84.	Carta síntese: Aptidão à construção – AP3.....	pg. 301
Fig. 8.85.	Carta síntese: Aptidão à construção – AP4.....	pg. 301
Fig. 8.85.	Carta síntese: Aptidão à construção – AP5.....	pg. 302
Fig. 8.87.	Carta síntese: Aptidão à construção – AP6.....	pg. 302
Fig. 9.01.	Esquema das principais ocupações em subsolo, em meio urbano – Estacionamento, rede de mobilidade, sistema de saneamento.....	pg. 305



Fig. A.01.	Despacho n.º 85/P/82.....	pg. 351
Fig. A.02.	Despacho 3/P/92.....	pg. 355
Fig. A.03.	Ordem de Serviço n.º 3/DAU/98.....	pg. 359
Fig. A.04.	Interface inicial da aplicação GeoSIG.....	pg. 365
Fig. A.05.	Ecrã principal da aplicação GeoSIG.....	pg. 367
Fig. A.06.	Barra de ferramentas LAYERS.....	pg. 368
Fig. A.07.	Ativar/Desativar layers.....	pg. 368
Fig. A.08.	Barra de ferramentas Legenda e Mapa.....	pg. 369
Fig. A.09.	Barra de ferramentas Pesquisa e Interação.....	pg. 369
Fig. A.10.	Painel de notificação.....	pg. 371
Fig. A.11.	Painel de gestão.....	pg. 371
Fig. A.12.	Menu de contexto de inserção de Novo Relatório.....	pg. 372
Fig. A.13.	Árvore de objetos geográficos da aplicação GeoSIG.....	pg. 373
Fig. A.14.	Menu de contexto de inserção de Nova Sondagem.....	pg. 373
Fig. A.15.	Preenchimento da informação litostratigráfica.....	pg. 375
Fig. A.16.	Preenchimento da informação relativa ao resultado dos ensaios SPT.....	pg. 375
Fig. A.17.	Menu de contexto de inserção de ensaio geofísico.....	pg. 377
Fig. A.18.	Menu de contexto de inserção de ensaios in situ.....	pg. 377
Fig. A.19.	Menu de contexto de inserção de ensaios laboratoriais.....	pg. 378
Fig. A.20.	Resultado de uma pesquisa/interação.....	pg. 379
Fig. A.21.	Tabela síntese dos relatórios disponíveis na BD.....	pg. 379
Fig. A.22.	Aplicação de um filtro para pesquisa de dados.....	pg. 380
Fig. A.23.	Menu inicial da BD.....	pg. 380
Fig. A.24.	Lista das sondagens associadas a um relatório.....	pg. 381
Fig. A.25.	Lista de ensaios associados a uma sondagem.....	pg. 381

Fig. A.26.	Unidades litostratigráficas intersetadas.....	pg. 382
Fig. A.27.	Módulo de produção de mapas temáticos e tabelas de análise.....	pg. 382
Fig. A.28.	Interface de acesso ao relatório digitalizado.....	pg. 385
Fig. A.29.	Contacto entre a Formação de Caneças e de Bica, visível no Geomonumento da Av. Duarte Pacheco.....	pg. 444
Fig. A.30.	Nódulos de sílex, visíveis no Geomonumento da Av. Infante Santo.....	pg. 444
Fig. A.31.	Escoada basáltica exibindo disjunção prismática, visível no Geomonumento da Rua Aliança Operária.....	pg. 446
Fig. A.32.	Aspeto das séries conglomeráticas do Complexo de Benfica.....	pg. 448
Fig. A.33.	Pormenor das colónias de briozoários – fundo marinho de uma plataforma recifal, visível no Geomonumento da Rua Sampaio Bruno.....	pg. 449
Fig. A.34.	Níveis carboníferos sobrejacentes às argilas cinzentas da base do Miocénico, visível no Geomonumento da Quinta da Granja.....	pg. 450
Fig. A.35.	Pormenor dos níveis carboníferos, visíveis no Geomonumento da Quinta da Granja.....	pg. 450
Fig. A.36.	Gryphaea gryphoides visíveis no Geomonumento do Forte de Santa Apolónia.....	pg. 451
Fig. A.37.	Galerias visíveis no Geomonumento da Rua Capitão Leitão.....	pg. 452
Fig. A.38.	Geomonumento da Rua dos Eucaliptos.....	pg. 453

## Índice de quadros

---

Quadro 3.01.	Classes de declive adotadas.....	pg. 032
Quadro 3.02.	Sismos registados pela rede sismográfica nacional.....	pg. 069
Quadro 4.01.	Planos de urbanização.....	pg. 089
Quadro 4.02.	Planos de pormenor.....	pg. 089
Quadro 4.03.	Síntese das plantas e informação temática relacionada com as condicionantes geológicas no ordenamento do território no PDML.....	pg. 092
Quadro 4.04.	Síntese da informação relacionada com as condicionantes geológicas no ordenamento do território patentes nos PU e PP em vigor	pg. 093
Quadro 6.01.	Síntese dos indicadores urbanísticos e respetiva área AP1 – Alcântara e Campo de Ourique.....	pg. 121
Quadro 6.02.	Síntese dos indicadores urbanísticos e respetiva área AP2 – Centro Histórico.....	pg. 127
Quadro 6.03.	Síntese dos indicadores urbanísticos e respetiva área AP3 – Chelas e Areeiro.....	pg. 131
Quadro 6.04.	Síntese dos indicadores urbanísticos e respetiva área AP4 – Parque das Nações e Olivais.....	pg. 135
Quadro 6.05.	Síntese dos indicadores urbanísticos e respetiva área AP5 – Telheiras e Campo Grande.....	pg. 139
Quadro 6.06.	Síntese dos indicadores urbanísticos e respetiva área AP6 – Avenidas Novas.....	pg. 143
Quadro 7.01.	Pontos de amostragem.....	pg. 149
Quadro 7.02.	Indicadores estatísticos dos pontos de amostragem.....	pg. 153
Quadro 7.03.	Dados relativos à componente litostratigráfica, obtidos nas sondagens realizadas na AP1.....	pg. 155

Quadro 7.04.	Dados relativos à componente litostratigráfica, obtidos nas sondagens realizadas na AP2.....	pg. 160
Quadro 7.05.	Dados relativos à componente litostratigráfica, obtidos nas sondagens realizadas na AP3.....	pg. 165
Quadro 7.06.	Dados relativos à componente litostratigráfica, obtidos nas sondagens realizadas na AP4.....	pg. 171
Quadro 7.07.	Dados relativos à componente litostratigráfica, obtidos nas sondagens realizadas na AP5.....	pg. 176
Quadro 7.08.	Dados relativos à componente litostratigráfica, obtidos nas sondagens realizadas na AP6.....	pg. 179
Quadro 7.09.	Indicadores do inventário de pontos de água nas áreas piloto.....	pg. 180
Quadro 7.10.	Indicadores relativos às sondagens com informação hidrogeológica nas áreas piloto.....	pg. 182
Quadro 7.11.	Indicadores relativos ao nível freático e piezométrico obtidos nas sondagens geotécnicas.....	pg. 184
Quadro 7.12.	Complexos Hidrogeológicos e Classes de permeabilidade das formações geológicas de Lisboa.....	pg. 185
Quadro 7.13.	Parâmetros estatísticos dos ensaios SPT – AP1.....	pg. 193
Quadro 7.14.	Parâmetros estatísticos dos ensaios SPT – AP2.....	pg. 193
Quadro 7.15.	Parâmetros estatísticos dos ensaios SPT – AP3.....	pg. 194
Quadro 7.16.	Parâmetros estatísticos dos ensaios SPT – AP4.....	pg. 194
Quadro 7.17.	Parâmetros estatísticos dos ensaios SPT – AP5.....	pg. 194
Quadro 7.18.	Parâmetros estatísticos dos ensaios SPT – AP6.....	pg. 195
Quadro 7.19	Valores de $N_{SPT}$ (recalculados) superiores a 180.....	pg. 196
Quadro 8.01.	Classes de declive adotadas.....	pg. 229
Quadro 8.02.	Percentagem das classes de declive por área piloto.....	pg. 235
Quadro 8.03.	Ponderação do fator Declive.....	pg. 289

Quadro 8.04.	Ponderação do fator Qualificação do espaço urbano.....	pg. 289
Quadro 8.05	Ponderação do fator Complexos hidrogeológicos.....	pg. 290
Quadro 8.06	Ponderação do fator Permeabilidade relativa dos solos.....	pg. 290
Quadro 8.07.	Peso atribuído a cada uma das variáveis	pg. 290
Quadro 8.08.	Representação percentual das classes de Aptidão hidrogeológica nas diversas áreas piloto.....	pg. 295
Quadro 8.09.	Ponderação do fator Declive.....	pg. 297
Quadro 8.10.	Ponderação do fator Unidades geotécnicas.....	pg. 297
Quadro 8.11.	Ponderação do fator espessura de materiais de cobertura.....	pg. 298
Quadro 8.12.	Ponderação do fator Suscetibilidade à ocorrência de movimentos de massa em vertentes.....	pg. 298
Quadro 8.13.	Ponderação do fator Tipo do solos (EC8).....	pg. 298
Quadro 8.14.	Peso atribuído a cada uma das variáveis.....	pg. 298
Quadro 8.15.	Representação percentual das classes de Aptidão à construção nas diversas áreas piloto.....	pg. 303
Quadro A.01.	Síntese dos perfis definidos no âmbito dos requisitos funcionais da aplicação .....	pg. 366
Quadro A.02.	Resultado da consulta Caracterização Hidrogeológica ao nível do lote.....	pg. 384
Quadro A.03.	Resultado da consulta Zonamento Geotécnico.....	pg. 384
Quadro A.04.	Resultado da consulta Profundidade do Firme.....	pg. 384
Quadro A.05.	Inserir Relatório.....	pg. 387
Quadro A.06.	Continuação do preenchimento de Relatório.....	pg. 387
Quadro A.07.	Submissão de Relatório.....	pg. 387
Quadro A.08.	Aprovação de Relatório.....	pg. 388
Quadro A.09.	Apagar Relatório.....	pg. 388
Quadro A.10.	Acesso aos menus de conteúdo.....	pg. 388

Quadro A.11.	Associar informação do Processo CML.....	pg. 389
Quadro A.12.	Visualizar mapas temáticos e tabelas de análise.....	pg. 389
Quadro A.13.	Pesquisa Alfanumérica.....	pg. 389
Quadro A.14.	Pesquisa Espacial.....	pg. 390
Quadro A.15.	Administração de Tabelas de referência – listas de valores.....	pg. 390
Quadro A.16.	Relatórios Geológico/Geotécnicos e Hidrogeológicos – AP1.....	pg. 393
Quadro A.17.	Relatórios Geológico/Geotécnicos e Hidrogeológicos – AP2.....	pg. 397
Quadro A.18.	Relatórios Geológico/Geotécnicos e Hidrogeológicos – AP3.....	pg. 408
Quadro A.19.	Relatórios Geológico/Geotécnicos e Hidrogeológicos – AP4.....	pg. 411
Quadro A.20.	Relatórios Geológico/Geotécnicos e Hidrogeológicos – AP5.....	pg. 415
Quadro A.21.	Relatórios Geológico/Geotécnicos e Hidrogeológicos – AP6.....	pg. 422
Quadro A.22.	Frequências absolutas e acumuladas – ensaios SPT – Aterros – AP1 e AP2	pg. 435
Quadro A.23.	Frequências absolutas e acumuladas – ensaios SPT – Aterros – AP3 e AP4	pg. 436
Quadro A.24.	Frequências absolutas e acumuladas – ensaios SPT – Aterros – AP5 e AP6	pg. 437
Quadro A.25.	Frequências absolutas e acumuladas – ensaios SPT – Aluviões – AP1 e AP2	pg. 438
Quadro A.26.	Frequências absolutas e acumuladas – ensaios SPT – Aluviões – AP3 e AP4	pg. 439
Quadro A.27.	Frequências absolutas e acumuladas – ensaios SPT – Aluviões – AP5 e AP6	pg. 440

## Listas de abreviaturas e siglas adotadas

---

3D	Tridimensional
ABGE	Associação Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental
AML	Área Metropolitana de Lisboa
AP	Áreas Piloto
APA	Agência Portuguesa do Ambiente
APL	Administração do Porto de Lisboa
BD	Base de Dados
CAD	Computer-aided Design
CAOP	Carta Administrativa Oficial de Portugal
CCDR	Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional
CERU	Centro Europeu de Riscos Urbanos
CML	Câmara Municipal de Lisboa
CMP	Câmara Municipal do Porto
COST	European Cooperation in Science and Technology
CVL	Complexo Vulcânico de Lisboa
DGEG	Direção Geral de Energia e Geologia
DGT	Direção Geral do Território
DPH	Domínio Público Hídrico
EC	Eurocódigo
EPUL	Empresa Pública de Urbanização de Lisboa
ESRI	Environmental Systems Research Institute
ETAR	Estação de Tratamento de Águas Residuais

FCT	Fundação para a Ciência e Tecnologia
FCUL	Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa
FEDER	Fundo Europeu para o Desenvolvimento Regional
FEUP	Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto
GG	Gabinete de Geologia
IAEG	International Association for Engineering Geology and the Environment
IBM	International Business Machines
IGT	Instrumentos de Gestão Territorial
IGM	Instituto Geológico e Mineiro
IH	Instituto Hidrográfico
INE	Instituto Nacional de Estatística
INETI	Instituto Nacional de Engenharia, Tecnologia e Inovação
EPAL	Empresa Portuguesa das Águas Livres
IPCC	Instituto Português de Cartografia e Cadastro
IPMA	Instituto Português do Mar e da Atmosfera
ISEP	Instituto Superior de Engenharia do Porto
ISO	International Organization for Standardization
IST	Instituto Superior Técnico
LBGPPSOTU	Lei de Bases Gerais da Política Pública de Solos, de Ordenamento do Território e de Urbanismo
LNEC	Laboratório Nacional de Engenharia Civil
LNEG	Laboratório Nacional de Energia e Geologia
MDT	Modelo Digital de Terreno
MNA	Modelo Numérico Altimétrico
OE	Ordem dos Engenheiros



PDM	Plano Diretor Municipal
PECP	Projeto de Escavação e Contenção Periférica
PGDL	Plano Geral de Drenagem de Lisboa
PMOT	Plano Municipal de Ordenamento do Território
PNPOT	Programa Nacional de Política do Ordenamento do Território
PP	Plano de Pormenor
PR	Programas Regionais
PROT	Plano Regional de Ordenamento do Território
PU	Plano de Urbanização
QREN	Quadro de Referência Estratégica Nacional
RAN	Reserva Agrícola Nacional
REN	Reserva Ecológica Nacional
REOT	Relatório sobre o Estado do Ordenamento do Território
RDBMS	Relational Database Management System
RJGT	Regime Jurídico dos Instrumento de Gestão Territorial
RMUEL	Regulamento Municipal para a Urbanização e Edificação de Lisboa
SGBD	Sistemas de Gestão de Bases de Dados
SGP	Serviços Geológicos de Portugal
SIG	Sistema de Informação Geográfica
SIGC	Sistema de Informação Geocientífica
SNIRH	Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos
SPT	Standard Penetration Test
TA	Tabela Auxiliar
TIN	Triangulated Irregular Network
TP	Tabela Principal

UNESCO	United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization
VB	Visual Basic
ZH	Zero Hidrográfico

**PARTE I**

---



## **Capítulo 1 – Considerações iniciais**

---

A presente Tese concretiza um projeto iniciado pela Câmara Municipal de Lisboa (CML), em 1982. Apesar de na sua origem os objetivos terem sido distintos dos agora apresentados, os processos de compilação de informação então encetados permitiram armazenar o enorme volume de dados de caracterização geológico/geotécnica, subjacente à prossecução deste plano de estudos.

### **1.1. Introdução**

O aumento do número de projetos e obras, incluindo trabalhos de escavação para a construção de estruturas enterradas, com forte componente geotécnica, em zonas sensíveis da cidade, por vezes com implicações graves no edificado vizinho, custos materiais elevados e mesmo perdas de vidas humanas, levou a que a Presidência da CML, através do despacho 85/P/82, de 6 de agosto (Anexo I), estabelecesse diretivas determinando que os trabalhos de escavação e fundação só poderiam ser realizados por empresas detentoras de alvará de especialização em fundações, reconhecido pelos serviços da CML. Exigia ainda a apresentação de relatório vinculativo das condições de demolição e faseamento, bem como descrição das condições de realização das fundações do novo edifício e tecnologias empregues, elemento subscrito por técnico especialista. Este documento municipal constitui a base de normalização dos trabalhos de escavação no espaço urbano, que viria a concretizar-se num conjunto de regras a aplicar nos projetos e obras a realizar, na área do concelho, e que passaram a ser elementos de projeto, sob a designação original de *Planos de escavação*.

Com base nas normas internas da CML, e em estreita colaboração com a Ordem dos Engenheiros (OE), em 1991 foi elaborado pela Comissão de Especialização em Geotecnia da OE, uma “*Proposta de recomendações para projeto de escavação e contenção periférica*”. Esta proposta teve mais duas versões até à apresentação do documento final, que foi apresentado em 2003, e que se intitulava “*Proposta de recomendações para a prospeção geotécnica para o projeto de fundações e escavações de edifícios correntes*”, através do qual se definiam os procedimentos aconselháveis no reconhecimento dos locais destinados à construção, os requisitos do projeto geotécnico, o faseamento da sua execução, a observação do comportamento dos maciços e o acompanhamento da obra (OE, 2004).

Atendendo às condições de vizinhança das obras geotécnicas e às questões que foram surgindo entre promotores e proprietários, o executivo municipal publica o despacho 3/P/92, de 03 de janeiro (Anexo II) determinando que além dos elementos técnicos, o processo instrutório deveria incluir documento comprovativo de que os proprietários dos prédios limítrofes tinham conhecimento da natureza dos trabalhos de contenção periférica a realizar, sendo da responsabilidade do requerente a sua obtenção.

Na sequência do processo iniciado em 1982, em 1994 é publicado o decreto-Lei n.º 250/94, de 15 de outubro – Regime Jurídico do Licenciamento Municipal de Obras Particulares, onde passou a ser obrigatória a entrega, nas Câmaras Municipais, do Projeto de Escavação e Contenção Periférica (PECP), como um elemento de especialidade autónomo e instrutório duma operação urbanística.

Em 1998 e na sequência da Ordem de Serviço n.º 3/DAU/98 do Departamento de Assessoria Urbanística (Anexo III), a CML normaliza os procedimentos de apreciação do PECP, realizado pelo Gabinete de Geologia (GG).

Em 2009 estas normas são atualizadas e passam a ser parte integrante do clausulado dos artigos 104.º a 110.º do Regulamento Municipal para a Urbanização e Edificação de Lisboa (RMUEL), publicado através do Aviso n.º 1229/2009, de 13 de janeiro, onde vigoram até à data.

Durante cerca de dezena e meia de anos foram analisados e compilados elementos resultantes dos planos de escavação, que foram propostos à apreciação do GG, visando o apoio ao licenciamento urbano, mas também com o objetivo final de vir mais tarde a constituir a Carta Geotécnica da cidade.

Em 1999, a CML inicia uma nova etapa deste projeto e através duma parceria estabelecida com a Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa (FCUL) e o Instituto Superior Técnico (IST), promove o desenvolvimento duma base de dados geotécnicos (BD).

O desenvolvimento da BD teve início em 2001 (IST, 2001) e a sua fase de produção em 2003, tendo sido preenchida até 2007 por tarefeiros, estagiários da FCUL e por técnicos da CML. À data contava com 1090 fichas, correspondentes a 6719 sondagens. Note-se que parte significativa desta informação foi facultada por empresas da especialidade e projetistas. A representação espacial dos dados foi efetuada através do software ArcView® da Environmental Systems Research Institute (ESRI) (Almeida *et al.*, 2003).

Entre 2008 e 2011 e na sequência dum Projeto de Investigação liderado pela FCUL e financiado pela Fundação para a Ciência e Tecnologia (FCT), intitulado *GeoSIS\_Lx - Modelação e cartografia geológica e geotécnica tridimensional em áreas urbanas - Aplicação a Lisboa*, a CML assume o processo conducente à elaboração da Carta Geotécnica de Lisboa.

Nesta fase o projeto ganhou uma nova abordagem e, além do apoio ao licenciamento urbanístico, os dados passaram a ser processados na perspetiva da utilização da informação na produção de cartografia geotécnica, visando não só um eficiente planeamento urbano como também o apoio à decisão, fundamentos nos quais assenta os objetivos da presente Tese.

Os avanços tecnológicos e a experiência da equipa conduziram à implementação de um Sistema de Informação Geocientífica (SIGC), que permitiu a modelação dos dados. Promoveu-se igualmente o desenvolvimento de uma nova BD, tendo como premissa uma constante atualização, diferentes níveis de acesso, representação das sondagens existentes e elaboração de zonamentos para fins específicos.

Por questões relacionadas com dificuldades técnicas e logísticas resultantes de uma reestruturação nos serviços da CML, a tarefa de desenvolvimento e implementação de uma nova BD não foi cumprida na sua totalidade, tendo a mesma migrado para um ambiente Microsoft Access<sup>®</sup> mas, longe dos pressupostos iniciais.

No âmbito desse projeto foram realizadas algumas publicações em conferências da especialidade, que se focaram na aplicação dos Sistemas de Informação Geográfica (SIG) e das BD a estudos de cartografia geotécnica em áreas urbanas (Almeida *et al.*, 2003a; 2006a; 2007a; 2007b; 2008a; 2008b; 2009a; 2009b; 2010a; 2010b; Velho *et al.*, 2007; Matildes *et al.*, 2010a; 2010b; Teves-Costa *et al.*, 2010a; 2010b; 2014; Pinto e Almeida, 2012a; Pinto *et al.*, 2012b).

Embora reconhecendo a importância deste projeto, o contexto económico que se viveu no país no período subsequente, não permitiu à CML nem às suas instituições parceiras o investimento e sequente avanço no que se refere à BD.

Assim, só em 2015 e através dum projeto cofinanciado pelo Quadro de Referência Estratégica Nacional (QREN), intitulado GeoSIG – Gestão de Dados Geológicos, Geotécnicos e Hidrogeológicos do Concelho de Lisboa, é que a CML concluiu o desenvolvimento da BD Geotécnica, cuja estrutura se descreve detalhadamente num capítulo próprio da presente Tese.

Em síntese, o trabalho agora apresentado sintetiza os vários desenvolvimentos ocorridos no Projeto da Carta Geotécnica de Lisboa, mas reflete sobretudo os 16 anos de experiência da autora na aplicação de informação geológica, geotécnica e hidrogeológica para fins de planeamento e gestão urbana da cidade de Lisboa.

## **1.2. Objetivos**

A definição dos objetivos da presente Tese teve por base a resposta às seguintes questões:

*“Pode (deve) o espaço subterrâneo ser integrado nas políticas de planeamento urbano?”*,

*“Como organizar os dados existentes?”*

*“Como normalizar e validar esses dados?”*

*“Como integrar/espacializar dados tridimensionais?”*

*“Como transformar os dados em ferramentas dinâmicas para o planeamento urbano?”*

Assim, a produção de cartografia geotécnica, em formato digital, que promova suporte ao planeamento e gestão urbana da cidade de Lisboa e constitua uma ferramenta de apoio à decisão tornou-se o objetivo principal da presente Tese.

Simultaneamente pretende-se desenvolver um modelo, associado à produção e exploração de bases de dados geológico/geotécnicas, visando a inquirição dos dados em função dos fins a que se destinam, possibilitando, de futuro, a utilização dos dados geológico/geotécnicos para a produção de cartografia tridimensional e de análise de risco geológico.

A aplicação dos SIG para estes fins será explorada no decurso da Tese, uma vez que se pretende otimizar o processamento dos dados através da realização de análises espaciais, com base em modelos de geoprocessamento automáticos, que constituirão o Sistema de Informação Geocientífica (SIGC), através do qual será disponibilizada informação de âmbito geológico, geotécnico e hidrogeológico.

Pretende-se também que o resultado das análises seja vertido ao nível dos regulamentos municipais e instrumentos de gestão territorial (IGT).

A implementação de uma prática de inventariação, compilação, tratamento da informação e de normalização na introdução dos resultados constitui igualmente objetivo do presente trabalho.

Em resumo, os objetivos propostos incluem:



- Desenvolvimento de uma base de dados orientada para os produtos finais a que se destina;
- Normalização dos processos de introdução e tratamento dos dados;
- Modelação tridimensional de dados geológicos, geotécnicos e hidrogeológicos;
- Produção de cartografia temática;
- Inclusão de cartografia de âmbito geológico nos IGT;
- Desenvolvimento de normas que possibilitem mitigar os efeitos das condicionantes geológicas no meio urbano;
- Demonstrar que informação de natureza diversa (geológica, geotécnica, hidrogeológica), que integra vários domínios do conhecimento, pode ser integrada em instrumentos de planeamento urbano e permitir uma gestão eficiente do território.

### **1.3. Estrutura da Tese**

A presente Tese encontra-se dividida em três partes.

A primeira parte do trabalho – Parte I, abrange os três primeiros capítulos e visa enquadrar a temática em estudo e a área geográfica sobre a qual se desenvolve a análise.

O capítulo 1 - Considerações iniciais, apresenta o enquadramento do trabalho e os objetivos propostos e encerra com a apresentação da estrutura da Tese.

No capítulo 2 é apresentada uma revisão da literatura, destacando-se os principais marcos na história da evolução da cartografia geotécnica, em particular, em contexto urbano.

A parte I do trabalho encerra com o capítulo 3, no qual é apresentado o enquadramento geral do concelho de Lisboa, designadamente o seu contexto geográfico, geomorfológico e geológico.

A segunda parte do trabalho – Parte II, concretiza, ao longo de três capítulos, a apresentação das temáticas desenvolvidas na presente Tese, assim como a apresentação das áreas piloto sobre as quais se desenvolve a modelação dos dados.

Inicia-se no capítulo 4 com a consulta da legislação inerente aos IGT a nível nacional, regional e municipal, tendo como premissa a inclusão da informação, produzida no âmbito do presente trabalho, no regulamento e plantas constituintes dos mesmos.

No capítulo 5 é apresentada a aplicação GeoSIG, plataforma onde assenta todo o trabalho de sistematização e disponibilização de informação de cariz geológico-geotécnico. São igualmente descritas as soluções existentes à data do início do trabalho, destacando as melhorias implementadas e que conduziram à solução final.

O capítulo 6 materializa a apresentação das zonas piloto, com ênfase na análise do grau de ocupação urbana das mesmas e encerra a parte II da Tese.

A terceira parte do trabalho – Parte III, engloba os quatro capítulos finais e materializa as fases de análise, tratamento e produção de informação com base nos dados disponíveis, assim como as principais conclusões e considerações.

O capítulo 7 concretiza a apresentação da amostragem disponível para cada área piloto e a análise e tratamento dos dados, visando a caracterização litológica, hidrogeológica e geotécnica das formações interessadas.

No capítulo 8, através dos SIG, foi desenvolvido um ambiente que permitiu a elaboração de cartografia de fatores e de síntese para cada área piloto.

No capítulo 9 será efetuada a apresentação das condicionantes de ordem geológica, geotécnica e hidrogeológica a considerar, assim como uma proposta de redação de normas, tendo como finalidade a sua inclusão no Plano Diretor Municipal de Lisboa (PDM), em revisão, e nos restantes IGT a nível municipal.

No último capítulo – Capítulo 10, são apresentadas as considerações finais estabelecidas e resultantes das análises realizadas no presente estudo.

## **Capítulo 2 – Cartografia geotécnica – estado da arte, conceitos e métodos**

---

Este capítulo tem como objetivo a revisão da literatura relativa à evolução da cartografia geotécnica em contexto urbano. Apresentar-se-á uma síntese dos trabalhos e acontecimentos mais relevantes associados à evolução desta área do conhecimento.

Serão ainda apresentados os principais conceitos e metodologias inerentes à temática em estudo.

### **2.1. Revisão da literatura**

Remonta ao séc. XVIII as primeiras referências a cartas representativas das condições dos terrenos de fundação para apoio a obras de engenharia mas, é consensual que apenas no início do séc. XX a realização de cartografia geotécnica se viria a difundir um pouco por todo o mundo (Rodrigues-Carvalho *et.al*, 2004).

#### ***2.1.1. A evolução da cartografia geotécnica no Mundo***

As primeiras representações cartográficas das condições geotécnicas foram apresentadas em 1913 no âmbito da exposição técnica de construção realizada em Leipzig (Alemanha). Tendo como objetivo a edificação de grandes cidades alemãs, como Erfurt, Frankfurt e Danzig, estas cartas representavam as características geológicas dos terrenos de fundação (Coelho, 1980; Gomes, 1995; Rodrigues-Carvalho *et. al.*, 2004; Zuquette e Gandolfi, 2004; Rodrigues-Carvalho e Silva, 2010; Veiga, 2011; Andrade e Quinta-Ferreira, 2017).

Nas três primeiras décadas do séc. XX surgiram ainda outros exemplos de cartografia geotécnica aplicada ao desenvolvimento de urbes, designadamente as cartas da cidade de Praga (1926), da cidade de Varsóvia (1936), cartas para apoio à construção do canal entre o mar Branco e Báltico e o projeto de irrigação da margem direita do Volga (anos 20-30) (Rodrigues-Carvalho e Silva, 2010; Veiga, 2011).

É após o fim da 2.<sup>a</sup> Guerra Mundial, em consequência da necessidade de reconstrução de grandes zonas destruídas, que esta área do conhecimento ganha relevância e se publicam as primeiras normas, conceitos e documentos subordinados ao tema, dos quais se destacam:

- **1947** - “Normas para elaboração de cartas geotécnicas utilizando o método das bandas”, desenvolvido por Zebera - Ex-Checoslováquia; (Rodrigues-Carvalho *et al.*, 2004; Rodrigues-Carvalho e Silva, 2010; Veiga, 2011); este método efetuava, através de um código de cores, a representação das formações de cobertura sobre o substrato, permitindo pela primeira vez uma representação tridimensional do subsolo (Coelho, 1980; Rodrigues-Carvalho *et al.*, 2004, Rodrigues-Carvalho e Silva, 2010);
- **1950** - “Técnicas de elaboração de cartas geotécnicas – Aproximação ao conceito de zonamento”, desenvolvido por Popov - Ex-URSS (Rodrigues-Carvalho e Silva, 2010; Veiga, 2011); este método assentava na definição de conjuntos litogenéticos cujas propriedades geológicas e geotécnicas resultavam da história geológica (processos geodinâmicos), o que permitiu a definição de unidades litológicas com cariz geotécnico (Coelho, 1980);
- **1954** - Carta geotécnica da cidade de Gottingen - República Federal Alemã, produzida por Gwinner; esta carta integra as propriedades físicas e o comportamento mecânico dos terrenos num contexto geológico, definindo, pela primeira vez, o conceito de unidade geotécnica (Coelho, 1980);
- **1961** – Introdução ao conceito de carta geotécnica como um elemento composto por várias cartas de fatores, indissociáveis, nas quais se deverão incluir dados morfológicos, hidrogeológicos e propriedades físicas e mecânicas; este conceito foi introduzido por Pasek e Rybar que afirmavam que além da distribuição espacial, também se deveria representar a distribuição vertical das unidades geológicas, pelo menos até às profundidades consideradas na maioria das solicitações urbanas (Coelho, 1980);
- **1967** - “Instruções para a produção uniforme de cartas geológicas com fins de engenharia”, desenvolvido por Bachman *et al.* em 1967 – República Democrática Alemã (Rodrigues-Carvalho e Silva, 2010; Veiga, 2011);

Na análise da evolução dos conceitos e aplicações reflete-se as principais publicações a nível mundial sobre este tema, que a seguir se referem numa síntese cronológica.

### ➤ **Anos 60**

Já na década de 60, principalmente em França, os trabalhos produzidos visam o apoio ao ordenamento do território e planeamento regional. Decorrem da implementação de regulamentos urbanísticos, que concretizam os primeiros planos diretores e, definem a extensão e as regras de ocupação do solo (Coelho, 1980).

A cartografia geotécnica passa também a ser aplicada na gestão de zonas vulneráveis a riscos naturais e principais condicionalismos deles decorrentes (movimentos de terrenos, atividade sísmica, erosão, subsidência, expansibilidade, liquefação, etc.) (Rodrigues-Carvalho *et al.*, 2004; Rodrigues-Carvalho e Silva, 2010) e, também na proteção de recursos naturais (Coelho, 1980).

É ainda na década de 60 que nos Estados Unidos da América se reconhece a importância dos fatores geológicos no planeamento urbano tendo como sequência a elaboração de normas e regulamentos construtivos. Da responsabilidade dos serviços geológicos (*U.S. Geological Survey*), os levantamentos geológicos realizados eram complementados com perfis interpretativos e quadros resumo com as características geotécnicas das formações interessadas.

### ➤ **Anos 70**

A aplicação destes estudos foi ampliada na década seguinte, em resultado da implementação de normas de proteção do ambiente e dos recursos naturais, conduzindo a uma análise de impactos sobre o ambiente da qual resultou uma série de cartas de fatores – atlas geoambientais (Rodrigues-Carvalho *et al.*, 2004). Estas cartas por sua vez permitiram a elaboração de mapas de aptidão (*land-use capability maps*) (Coelho, 1980; Culshaw e Price, 2011). Muitas das aplicações da geologia para a solução de problemas urbanos foram enfatizados por Legget (1973).

Nos anos 70 destaca-se ainda o trabalho desenvolvido no Reino Unido. Cerca de 85% do território encontrava-se coberto por cartografia geológica à escala 1:10.560, com a particularidade do detalhe ao nível da legenda o que permitia inferir as características geotécnicas dos terrenos a partir da sua caracterização litológica (Coelho, 1980). A especificidade destas cartas proporcionou a sua disseminação em estudos de sítio, destinados ao apoio a projetos específicos, em contraste com a sua reduzida aplicação em estudos de

planeamento a uma escala regional, sendo apenas conhecidos dois exemplos desta situação: a carta geotécnica de Belfast e de Milton Keynes (Dearman e Fookes, 1974; Dearman e Matula, 1976; Coelho, 1980; Culshaw *et al.*, 2018).

Ainda na década de 70 surgem projetos relevantes na Europa: uma base de dados e produção de mapas de solos na cidade de Helsínquia (1970) e os trabalhos de cartografia do subsolo na região metropolitana de Turim (1979) (Veiga, 2011).

Decorrente da necessidade de normalização das diferentes abordagens existentes à data, foi publicado, em 1976, pela International Association for Engineering Geology and the Environment (IAEG), um guia para a preparação de cartas geotécnicas, que definiu os seus objetivos, conteúdos e tipos (IAEG, 1976).

Em 1979 realizou-se, em Newcastle, um simpósio subordinado ao tema “*Cartografia Geotécnica aplicada ao Planeamento, Projeto e Construção em Engenharia Civil*” e foram publicados novos documentos com a classificação de rochas e solos para mapas de engenharia (IAEG, 1979; Matula, 1979).

### ➤ **Anos 80**

Na década de 80 surgem os primeiros exemplos no continente asiático. Em Tóquio haviam sido elaborados mapas geotécnicos desde 1969, aplicados a fins específicos mas, apenas em 1985 se iniciaram os trabalhos de sistematização de informação geotécnica. Em Seul desenvolveu-se um sistema de informação geotécnica para apoio às obras do metropolitano (Veiga, 2011).

Destacam-se também os trabalhos Dearman e Eyles (1982) no Reino Unido.

No Brasil destaca-se o trabalho de cartografia desenvolvido pela Universidade de São Paulo, para a região de São Carlos (Zuquette, 1981; 1987). O autor tem tido um papel relevante no processo de desenvolvimento de metodologias para o mapeamento geotécnico, sendo diversas as publicações subordinadas ao tema.

Em 1986 tiveram início os trabalhos de desenvolvimento de cartografia geotécnica num distrito da cidade de Amesterdão. Em 1990 este projeto evoluiu para um SIG tridimensional (3D), com o objetivo de apoiar obras subterrâneas, designadamente análise do risco de subsidência numa linha do metropolitano (Veiga, 2011).

No Québec desenvolveu-se um projeto visando o planeamento do uso do subsolo (Veiga, 2011).

O recurso aos meios computacionais veio otimizar os processos de tratamento de dados e representação da informação. Através da construção de bases de dados promoveu-se a eficiência na gestão dos dados (Bastos, 2005), o recurso a formatos matriciais permitiu uma melhor representação dos vários atributos e, através dos sistemas CAD (*computer-aided design*) registou-se uma otimização dos processos de produção de cartografia (Silva, 1990; Rodrigues-Carvalho *et al.*, 2004).

À data a cartografia geotécnica era elaborada, na maior parte dos casos, para objetivos específicos, resultando num produto que dependia da perícia da equipa. Apesar dos esforços desenvolvidos pela UNESCO (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization) e pela Comissão C1 - *Engineering Geology Maps* da IAEG (IAEG, 1981a; 1981b; Matula, 1981; Varnes, 1984), na publicação de normas que definiam os símbolos, a descrição e classificação de rochas e solos a utilizar na elaboração de mapas de geologia de engenharia, o conceito e os exemplos de cartografia geotécnica são muito dispersos.

### ➤ Anos 90

Na década seguinte e decorrente da evolução dos meios informáticos, desenvolveram-se novas tecnologias de armazenamento que possibilitaram uma gestão eficaz do elevado volume de dados obtido a partir das sondagens geotécnicas realizadas (Almeida *et al.*, 2003a; Culshaw *et al.*, 2006; Almeida, 2011b; Silva, 2015).

A difusão dos SIG veio potenciar novas ferramentas de análise e visualização espacial de dados, o que possibilitou a produção de cartografia temática de âmbito geológico/geotécnico em computadores normais e a baixos custos (Rengers *et al.*, 2002; Turner, 2006; Kessler *et al.*, 2008; Reeves *et al.*, 2009; Rodrigues-Carvalho e Silva, 2010; Silva, 2015).

As ferramentas de interpolação associadas a estes sistemas permitem uma modelação 3D o que otimiza a produção de cartografia (Zuquette e Gandolfi, 2004; Silva, 2015).

Na década de 90 é de destacar a publicação de William Robert Dearman, em 1991, intitulada “*Engineering Geological Mapping*” (Dearman, 1991). Dearman desempenhou um papel muito relevante na área da geologia de engenharia e cartografia geotécnica, sendo ainda hoje

consideradas atuais as suas diretrizes no âmbito da sua atividade na IAEG e na UNESCO (Reeves, 2008).

A Associação Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental (ABGE), realizou, em 1993, um simpósio de cartografia geotécnica e ambiental, evento que se realiza com uma periodicidade de 3 anos desde esta data (Veiga, 2011).

Em 1997, o Comité Europeu de Normalização, com o intuito de definir regras para o projeto geotécnico, publicou o Eurocódigo 7 – EC7 (EN 1997-1).

### ➤ Séc. XXI

Em 2005 e na linha da cartografia geoambiental, a IAEG publica o documento “*Special Purpose Mapping for Disposal Sites*” (IAEG, 2005).

Também no Brasil são apresentadas dissertações subordinadas ao tema (Zaine, 2000; Andrade, 2005; Bastos, 2005) e publicações em revistas da especialidade (Zuquette *et al.*, 2004).

No âmbito da caracterização de urbes, é apresentado, em 2008, um trabalho da cidade de Atenas, que consiste numa base de dados georreferenciados para fins de microzonamento sísmico (Antoniou *et al.*, 2006). Destacam-se também os trabalhos realizados em Itália que visavam efetuar modelação 3D para gestão de riscos geológico-geotécnicos e microzonamento sísmico, com suporte numa base de dados com sondagens (Veiga, 2011; Felice e Spadoni, 2015). Na cidade de Tessalónica (Grécia) foi desenvolvida uma base de dados geotécnica pela empresa Egnatia Highway, visando o apoio à construção e gestão de túneis (Marinos *et al.*, 2013).

A cartografia de aptidão à construção para apoio ao desenvolvimento urbano tem sido desenvolvida na cidade de Túnis, com ênfase para a gestão dos riscos geológicos (El May *et al.*, 2010; Veiga, 2011).

No Irão os trabalhos em curso visam a aplicação de dados geofísicos e geotécnicos no desenvolvimento de estudos de microzonamento sísmico para apoio à decisão no âmbito da reconstrução de uma urbe (Veiga, 2011).

Em 2011 os Serviços Geológicos Ingleses publicam a carta geotécnica do país à escala 1:1.000.000 (Dobbs *et al.*, 2012; Culshaw *et al.*, 2018).



Em 2013 foi criada uma rede de cooperação europeia designada *Sub-Urban*. Esta rede é composta por serviços geológicos, equipas de planeamento, universidades e municípios visando a partilha das melhores práticas ao nível do planeamento e gestão do subsolo de grandes urbes. Através de uma ação Cost (European Cooperation in Science and Technology) (TU1206), foram desenvolvidas ações em diversas cidades entre as quais: Corunha (Espanha), Basel (Suíça), Basel (Noruega), Dublin (Irlanda), Glasgow (Escócia), Gotemburgo (Suécia), Hamburgo (Alemanha), Helsínquia (Finlândia), Lisboa (Portugal), Liubliana (Eslovénia), Nantes (França), Odense (Dinamarca), Oslo (Noruega), Roterdão (Países Baixos), Valeta (Malta), Viena (Itália) (Campbell *et al.*, 2017; Pinto *et al.*, 2017).

Também em 2013 a cidade de Istambul desenvolve um sistema assente em SIG para o planeamento do uso do solo (Kurnaz *et al.*, 2013).

Na Índia é desenvolvido um trabalho, aplicado à cidade de Guwahaty, através do qual se propõe o uso de SIG para a avaliação preliminar do subsolo (Sharma e Rahman, 2016).

Em 2018 é publicado um trabalho na zona de Vajnory (Bratislava) que utiliza informação geotécnica e hidrogeológica para o estabelecimento de uma análise multicritério, assente em SIG, para a avaliação das condições de fundação em áreas urbanas (Dunckova *et al.*, 2018).

Em 2019 a cidade de Moscovo desenvolve cartografia de risco geológico de modo a avaliar a vulnerabilidade do ambiente urbano (Kozliakova e Eremina, 2019).

Foi ainda publicado um estudo desenvolvido na cidade de Antananarivo (Madagáscar) visando o uso dos SIG na otimização de custos e mitigação de riscos naturais em áreas urbanas (Andriamamonjisoa e Hubert-Ferrari, 2019).

Embora no início a cartografia geotécnica visasse apenas a caracterização de um local para projetos de construção, com o passar dos anos a sua aplicação diversificou-se de modo a incluir outras matérias, entre as quais o planeamento e desenvolvimento de áreas urbanas, a gestão de recursos naturais e ambiente e a gestão e mitigação de riscos naturais (Culshaw e Price, 2011; Culshaw *et al.*, 2018).

No trabalho de Culshaw e Price (2011) é apresentada uma visão geral dos desenvolvimentos da cartografia geotécnica, sendo ainda hoje um trabalho de referência. Mais recentemente Culshaw (2018) publica um capítulo destinado à cartografia geotécnica, sistematizando conceitos e desenvolvimentos.

### ***2.1.2. A cartografia geotécnica em Portugal***

A cartografia geotécnica surge em Portugal em 1962 através dum projeto desenvolvido em colaboração entre o Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC) e a CML, visando a análise das condições de execução dos pavimentos de Lisboa. Este trabalho consistiu numa carta litológica, produzida à escala 1.1.000 a partir de um universo de dezassete amostras representativas de alguns solos típicos a que se encontrava associada uma memória descritiva. Esta incluía não só as características litológicas das diferentes unidades como também um quadro síntese com o resultado de ensaios laboratoriais (Coelho, 1980; Gomes, 1995; Rodrigues-Carvalho *et al.*, 2004; Andrade e Quinta-Ferreira, 2017).

Segundo Coelho (1980), embora este projeto fosse o primeiro a adotar os conceitos de cartografia geotécnica, a associação das propriedades geotécnicas às unidades geológicas e seu comportamento em obra, já havido sido efetuada em 1954, por Úlpio Nascimento, num trabalho intitulado “*Física dos Solos. Estudo dos Solos de Lisboa*”.

É ainda o LNEC que retoma a produção de cartografia geotécnica, a diversas escalas, e diferentes contextos (Coelho, 1980; Rodrigues-Carvalho *et al.*, 2004, Rodrigues-Carvalho e Silva, 2010), destacando-se:

- Carta geotécnica do Monte da Caparica, produzida para o Fundo de Fomento de Habitação, à escala 1.2.000 - 1972;
- Carta geotécnica da Área de Sines, produzida para o Gabinete da Área de Sines, a uma escala regional, 1.25.000 - 1974;
- Carta geotécnica do Plano Integrado de Setúbal, produzida para o Fundo de Fomento de Habitação, à escala 1.2.000 - 1976;
- Carta geotécnica para apoio ao PU da Brandoa-Falagueira, produzida para o Gabinete de Recuperação da zona, à escala 1.5.000 - 1979.

Em 1980, António Gomes Coelho apresenta a sua Tese para especialista com um trabalho referente à produção de cartografia geotécnica no planeamento regional e urbano, apresentando o caso de estudo da região de Setúbal. Este trabalho encerra o ciclo de produção de cartografia geotécnica produzida pelo LNEC (Rodrigues-Carvalho *et al.*, 2004).

Só nos anos 90 os trabalhos conducentes à produção de cartografia geotécnica são retomados, destacando-se nesta fase o papel das universidades.

Excetua-se o trabalho de produção da Carta Geotécnica do Porto, projeto enquadrado num Consórcio de entidades do setor público e privado – Câmara Municipal do Porto (CMP), Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP) e COBA, Consultores de Engenharia e Ambiente, S.A. (Oliveira *et al.*, 1995; 2009; Rodrigues-Carvalho *et al.*, 2004; Rodrigues-Carvalho e Silva, 2010; Andrade e Quinta-Ferreira, 2017).

Em 1995 é realizado o 1.º seminário nacional de cartografia geotécnica.

Entre os trabalhos académicos produzidos nesta década destaca-se o trabalho de Silva (1990), que introduz em Portugal a cartografia assistida por computador e o trabalho de Almeida (1991), intitulado “Caraterísticas Geotécnicas dos solos de Lisboa”, que ainda hoje se afigura um contributo fundamental para o desenvolvimento da cartografia geotécnica da cidade de Lisboa (Rodrigues-Carvalho *et al.*, 2004; Silva, 2015).

Referem-se ainda uma série de outros trabalhos elaborados em contexto académico, relacionados com a temática da cartografia geotécnica em zonas urbanas e sumarizados por Rodrigues-Carvalho *et al.* (2004) e Veiga (2011):

- 1986 – Saraiva, A.L.A. – “*Caraterização e aptidão geotécnica dos terrenos envolventes das albufeiras de Aguieira e Coiço*” – escala 1:25.000;
- 1989 – Farraia, M. – “*Subsídios para o ordenamento do concelho de Vila do Bispo*” – escala 1:25.000;
- 1989 – Figueiredo, P.R. – “*Aplicações de computadores pessoais para tratamento de dados geotécnicos*”;
- 1990 – Tavares, A.M.Q.S. – “*Caraterísticas geotécnicas da zona sudeste da cidade de Coimbra*” – escala 1:5.000;
- 1992 – Gomes Ferreira, L.M. – “*Zonamento geotécnico da área urbana e suburbana de Aveiro*” – escala 1:10.000;
- 1993 – Duarte, I.R. – “*Contribuição para a cartografia geotécnica da região de Águeda*” – escala 1:10.000;
- 1994 – Oliveira, R. E. – “*Geomecânica dos solos do concelho de Ovar*”;
- 1995 – Rodrigues, C.M.R. – “*Carta Geotécnica no planeamento do concelho de Oliveira do Bairro*” - escala 1:25.000;
- 1995 – Sobreira, F.G. – “*Estudo Geoambiental do Concelho de Sesimbra*” – escala 1:25.000;

- 1995 – Rosa, S.P.P. – “*Caraterização geológico-geotécnica das formações vulcânicas da Madeira*” – escala 1:1.000;
- 1997 – Aguiar, C.M.S. – “*Contribuição para o conhecimento geotécnico do concelho de Anadia*” – escala 1:25.000;
- 1998 – Dionísio, S. – “*Sistemas de informação geográfica em geologia e geotecnia – Aplicação prática à encosta do Casal-Ventoso, Lisboa*” – 1:1.000;
- 1998 – Rocha, M.E. – “*Contribuição para a cartografia geotécnica de Bragança*”;
- 2000 – Veiga, A.Q. – “*Contribuição das geociências para o ordenamento urbano. Aplicação à Vila da Batalha*”;
- 2001 – Cavaleiro, V.M.M. – “*Condicionantes geotécnicas à expansão do Núcleo Urbano da Covilhã*” - escala 1:10.000;
- 2003 – Silva, A.P. da – “*Cartografia Geotécnica do Concelho de Almada*” – escala 1:25.000;

Ainda de referir o projeto encetado em 1999 pela CML que, através de uma parceria estabelecida com a FCUL e o IST iniciou o desenvolvimento de uma base de dados geotécnicos visando a cartografia geotécnica da urbe de Lisboa (Almeida *et al.*, 2010a; Veiga, 2011; Andrade e Quinta-Ferreira, 2017). Este projeto foi mencionado no Capítulo 1 e constitui objeto da presente Tese.

Na última década foram ainda realizados trabalhos conducentes à produção de cartografia geotécnica em zonas urbanas, donde se destaca o trabalho de Veiga (2011), que efetuou a caraterização geotécnica dos terrenos do Vale Tifónico de Parceiros (Leiria) e de Silva (2015), que efetuou a caraterização geológico/geotécnica numa área compreendida entre o Lumiar e o Olival Basto. Silva (2015) apresenta modelação tridimensional das formações geológicas.

De referir ainda a produção de trabalhos subordinados à linha de investigação em geociências e geotecnia urbanas desenvolvidos no Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP) (Chaminé *et al.*; 2010; 2016), e que caraterizaram as áreas urbanas de Vila Nova de Gaia (Monteiro, 2008; Silva, 2009; Pinho, 2010; Costa, 2014) e de Amarante (Gomes, 2016).

## **2.2. Conceitos e métodos**

Em contexto urbano as cartas geotécnicas assumem cada vez mais um papel preponderante nas tomadas de decisão (Vallejo *et al.*, 2002; Zuquette e Gandolfi, 2004), porque o crescimento que se registou nos centros urbanos no século XX, em particular após a II Guerra Mundial, do qual resultou um aumento populacional e sua concentração nas zonas urbanas (Almeida, 2008c), conduziu à necessidade de novas construções e novas infraestruturas, visando a melhoria das condições de vida das populações e sua acessibilidade.

Em Lisboa a necessidade de rentabilização do espaço levou à construção em altura e profundidade na cidade consolidada e à ocupação dos terrenos da periferia, que embora livres, exibiam características geotécnicas menos favoráveis (Lopes e Almeida, 2002; Lopes *et al.*, 2006; Oliveira *et al.*, 2006; Almeida *et al.*, 2008a; Almeida, 2008c; Coelho, 2008; Espírito Santo, 2008; Andrade & Quinta-Ferreira, 2017), o que se refletiu num incremento do custo construtivo.

Esta conjuntura conduziu ao reconhecimento de eventuais dificuldades acrescidas no processo construtivo que por sua vez levou ao aprofundamento do conhecimento do maciço geológico visando uma maior precisão na definição e quantificação da sua resistência mecânica e deformabilidade.

Os estudos de caracterização realizados foram compilados ao longo dos anos e recentemente integrados na base de dados GeoSIG, permitindo à CML dispor de dados de caracterização geológico/geotécnica que permitem elaborar a “*Carta Geotécnica de Lisboa*”. A informação disponível será permanentemente atualizada (Zuquette e Gandolfi, 2004) e aplicada aos processos de apoio ao planeamento e gestão, visando a supressão das necessidades das populações, mas, tendo em conta as características e condicionalismos do meio natural.

### **2.2.1. Conceitos**

Em senso lato uma “*carta geotécnica*” é composta por um conjunto de *cartas de fatores ou analíticas*, através das quais se sintetiza e representa as características geológicas, geoambientais e geotécnicas espacialmente correlacionadas e *cartas de síntese ou interpretativas*, resultantes da interpretação conjunta dos diversos fatores, orientando a informação que delas se extrai, para os fins a que se destinam, quer se relacionem com operações de planeamento, quer constituam informação base para projetos de engenharia civil

(Gomes, 1995; COBA, 2003; Silva, 2003; 2009; Price, 2009; Pinho, 2010; Andrade e Quinta-Ferreira, 2017).

As *cartas síntese* devem indicar as principais condicionantes de ordem geológica e a definição de medidas mitigadoras para eventuais impactos. A linguagem utilizada nas cartas geotécnicas deve ser facilmente entendida por todos os profissionais que a utilizam (Varnes, 1974; IAEG, 1976; Matula, 1979; Dearman, 1991; Culshaw e Ellison, 2002; COBA, 2003; Silva, 2003; Bock, 2006; Pinho, 2010; Culshaw *et al.*, 2018; Griffiths, 2019).

O conteúdo das cartas geotécnicas está intimamente dependente da escala e extensão, dos objetivos propostos, da importância dos fatores geológico/geotécnicos e suas relações com o meio envolvente, da informação disponível e sua distribuição e, das técnicas de representação adotadas (Vallejo *et al.*, 2002; Griffiths, 2015; 2019).

Segundo as normas da IAEG (1976), as cartas produzidas podem ser classificadas:

### 1) **Quanto aos objetivos propostos:**

- ***Específicas*** - Fornecem informação relativa a uma característica específica ou para um objetivo específico.
- ***Múltiplo*** - Fornecem informação que cobre vários aspetos geotécnicos para fins de planeamento ou de projetos de engenharia.

### 2) **Quanto ao conteúdo:**

- ***Temático ou Analítico*** – Fornecem detalhes ou a avaliação de componentes específicos do meio geológico. O seu conteúdo vem expresso no título.
- ***Integrados ou de Síntese*** – Podem ser de dois tipos: mapas das condições geotécnicas descritivas dos principais componentes do meio geológico ou mapas de zonamento geotécnico que expressam a avaliação e classificação de unidades geotécnicas de características análogas. Estas abordagens podem ser combinadas em escalas pequenas.
- ***Auxiliares*** – Apresentam dados concretos de algum aspeto em particular.
- ***Complementares*** – Incluem os mapas geológicos, tectónicos, geomorfológicos, pedológicos, geofísicos e hidrogeológicos. São mapas com dados base relativos aos aspetos referidos.

### 3) **Quanto à escala:**

- **Grande** – 1:10.000 e superior.
- **Média** – Abaixo de 1:10.000, mas superior a 1:100.000.
- **Pequena** – 1:100 000 ou inferior.

Segundo Vallejo *et al.* (2002) e Zuquette e Gandolfi (2004), independentemente do objetivo, as cartas geotécnicas devem incluir informação sobre a classificação e descrição das propriedades físicas e mecânicas dos solos e rochas, suas variações, distribuição espacial, processos geodinâmicos, condições hidrogeológicas e geomorfológicas.

Com o recurso aos SIG otimizaram-se diversas fases de produção de cartografia geotécnica, nomeadamente os processos de armazenamento, tratamento e análise dos dados (González *et al.*, 2002; Zuquette e Gandolfi, 2004), e o manuseamento das escalas de trabalho (Pinho, 2010; Andrade e Quinta-Ferreira, 2017).

As ferramentas disponíveis permitem a realização de análise espacial permitindo a combinação de inúmeros fatores e a produção de modelos adaptados a diversos fins (Pinho, 2010).

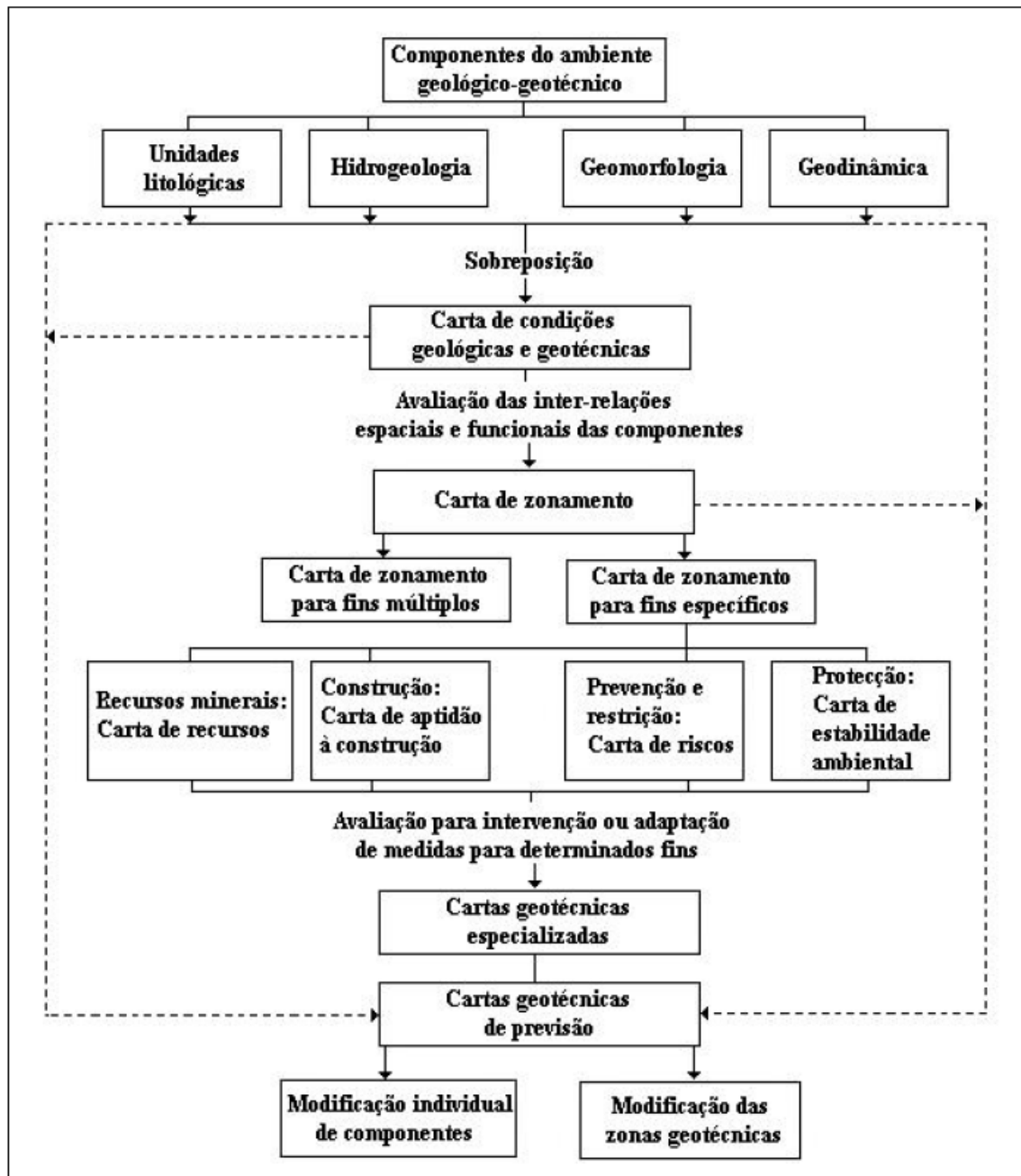
As cartas digitais tornaram-se ferramentas de apoio à decisão, de cariz interativo, com elevada versatilidade, em constante atualização e essenciais nas áreas das geociências, engenharia e planeamento territorial e urbano (Almeida *et. al.*, 2003b).

#### **2.2.2. Métodos**

Segundo Rodrigues-Carvalho *et al.* (2004), a maioria dos exemplos de elaboração de cartografia geotécnica em Portugal tem tido por base o conteúdo do guia da IAEG (1976; 1981a; 1981b) e a metodologia definida por Matula (1979) (Figura 2.01).

As escalas de representação são função do objetivo proposto, podendo variar entre 1:2.000, quando de pormenor ou 1:25.000 quando em escalas regionais (Griffiths, 2015; 2019).

No âmbito do planeamento e ordenamento do território existem alguns elementos fundamentais que devem constituir a *Carta Geotécnica*.



**Figura 2.01.** Fluxograma correspondente à metodologia proposta por Matula (1979)  
(Fonte: adaptado de Rodrigues-Carvalho *et al.*, 2004)

São vários os exemplos disponíveis na bibliografia e já acima mencionados, contudo por questões de adequação aos objetivos propostos irá adotar-se a metodologia base definida por Cavaleiro (2001) e Silva (2003), com algumas adaptações, função do contexto em análise.

As *cartas de fatores* são relevantes para o objetivo proposto e constituem informação base. Na generalidade estas cartas incluem a litologia, declives, inventário de movimentos de terreno, inventário hidrogeológico, nível freático, atividade antrópica, etc. (Silva, 2003; Rodrigues-Carvalho *et al.*, 2004; Pinho, 2010).



São ainda de incluir algumas *cartas auxiliares*, nomeadamente as que delimitam áreas sujeitas a servidões e restrições de utilidade pública, tais como a Reserva Ecológica Nacional (REN), Reserva Agrícola Nacional (RAN), Domínio Público Hídrico (DPH), valores naturais/históricos a preservar e trabalhos de prospeção realizados (Silva, 2003; Rodrigues-Carvalho *et al.*, 2004).

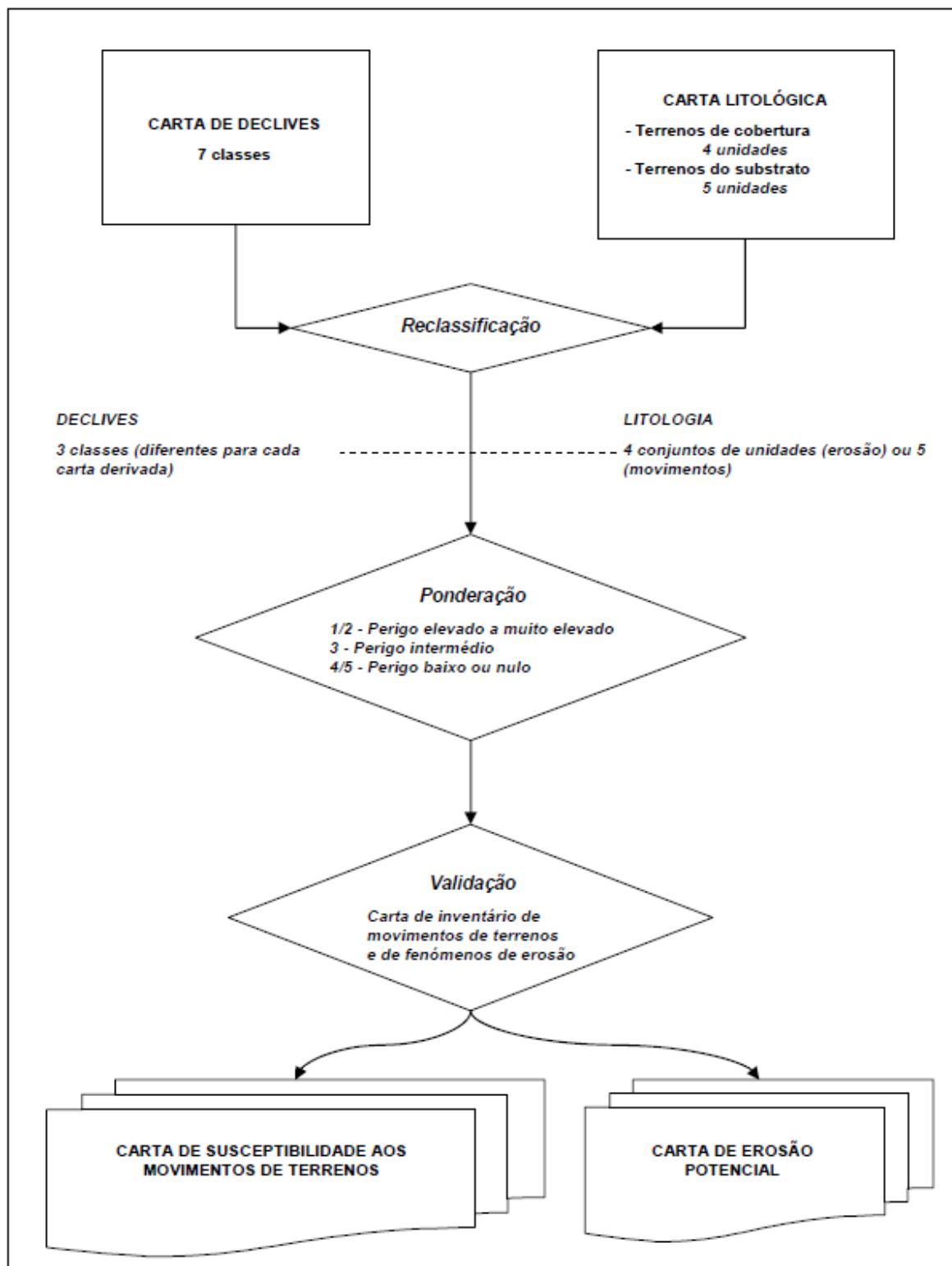
Estas cartas base devem ser produzidas a escalas maiores que a carta síntese final (Silva, 2003; Pinho, 2010; Rodrigues-Carvalho *et al.*, 2004).

Através de operações de análise espacial as *cartas de fatores* dão origem a *cartas integradas ou derivadas*. Estas concretizam análises preliminares de correlações entre fatores numa dada zona em estudo e materializam a cartografia de unidades geotécnicas e os perigos geológicos da zona (movimentos de vertente, inundações, fenómenos de liquefação, contaminação da águas, etc.) - Figura 2.02.

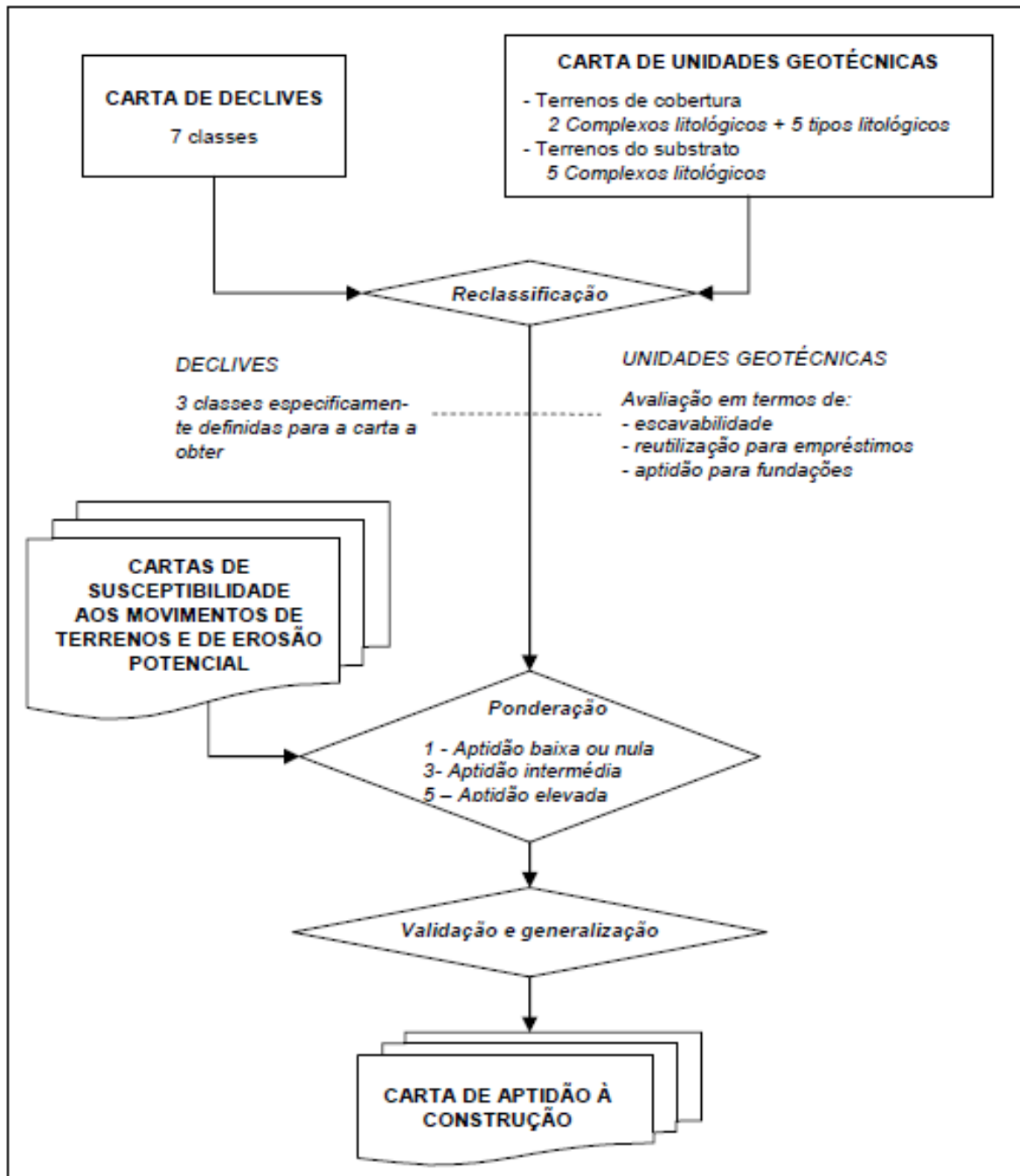
A combinação das *cartas de fatores* com as *cartas derivadas* origina as *cartas síntese* que visam avaliar o comportamento dos terrenos face a uma dada solicitação (Silva, 2003; Rodrigues-Carvalho *et al.*, 2004).

As *cartas síntese* podem ser para fins específicos, tais como aptidão para fundações, aptidão à construção, riscos naturais ou, para fins múltiplos, como o estabelecimento do zonamento geotécnico da área em análise ou a probabilidade de ocorrência de determinado fenómeno (Silva, 2003; Rodrigues-Carvalho *et al.*, 2004) - Figura 2.03.

Estes elementos finais devem avaliar a aptidão do território para certo tipo de uso e devem ter em conta os impactos sobre o mesmo (Silva, 2003).



**Figura 2.02.** Fluxograma correspondente à metodologia proposta por Silva (2003), para a produção de cartas integradas (Fonte: adaptado de Rodrigues-Carvalho *et al.*, 2004)



**Figura 2.03.** Fluxograma correspondente à metodologia proposta por Silva (2003), para a produção de cartas síntese (Fonte: adaptado de Rodrigues-Carvalho *et al.*, 2004)

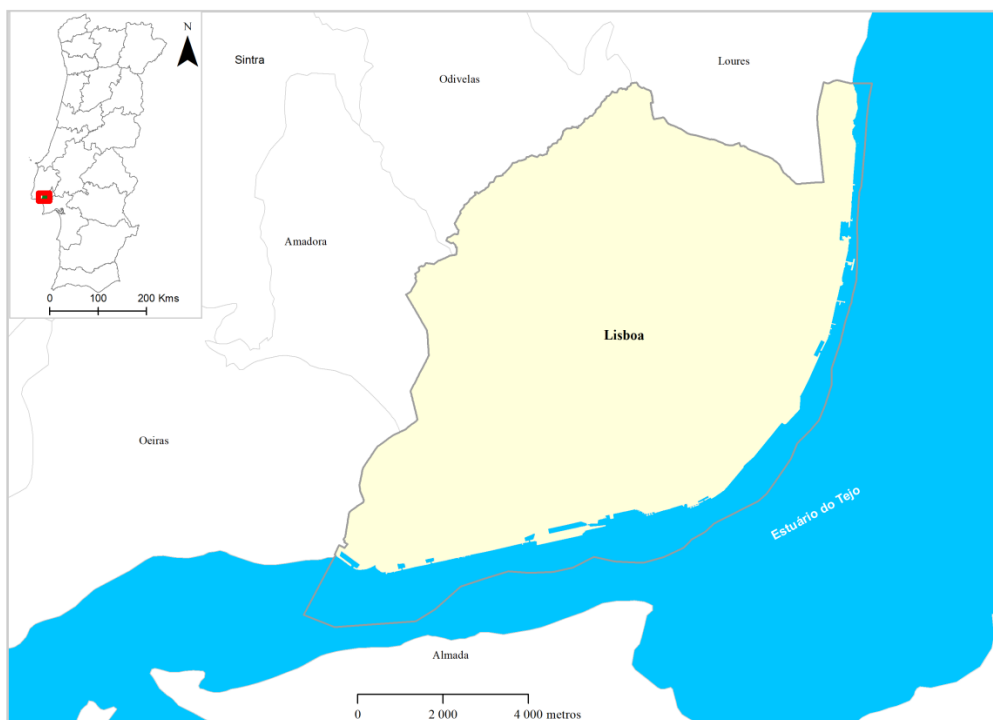


## Capítulo 3 – Enquadramento geral

O presente capítulo concretiza o enquadramento geral da área em estudo, designadamente a sua localização e principais características geomorfológicas. Serão ainda abordados os aspetos gerais da geologia de Lisboa, incluindo a caracterização litostratigráfica, litológica e hidrogeológica das formações constantes da cartografia geológica. Uma breve síntese relativa ao enquadramento da zona no âmbito da tectónica regional e sismicidade encerra o presente capítulo.

### **3.1. Localização**

A área em estudo insere-se no Município de Lisboa que, do ponto de vista administrativo, localiza-se no extremo ocidental de Portugal Continental e pertence ao distrito de Lisboa. É limitado a sul e este pelo estuário do Tejo e a norte e oeste pelos Municípios de Loures, Odivelas, Amadora e Oeiras, respetivamente (Figura 3.01).



**Figura 3.01.** Localização da área em estudo  
(Fonte: Servidor de dados geográficos da CML)

De acordo com a Carta Administrativa Oficial de Portugal - CAOP (Direção Geral do Território - DGT, 2016) o Município de Lisboa ocupa uma área territorial com 100,1 km<sup>2</sup>, a que correspondem 85,9 km<sup>2</sup> de território emerso, representado a amarelo na figura anterior.

Segundo a Lei n.º 56/2012, de 8 de novembro, que procedeu à última reorganização administrativa, a cidade de Lisboa encontra-se dividida em 24 freguesias. Conforme os dados do último recenseamento geral da população (Instituto Nacional de Estatística - INE, 2011), embora ocupe apenas 0,1% da área total de Portugal Continental, Lisboa é o município que apresenta maior densidade populacional, tendo-se registado o valor de 548 mil habitantes (aproximadamente 6400 hab/km<sup>2</sup>), distribuídos por um parque habitacional composto por cerca de 52500 edifícios.

Nessa densa ocupação excetuam-se alguns espaços verdes, entre eles, o Parque Florestal de Monsanto (9 km<sup>2</sup>) que, em conjunto com os restantes espaços verdes de recreio e lazer (1 km<sup>2</sup>), constitui a Estrutura Ecológica Municipal – Figura 3.02 (CML, 2012).



**Figura 3.02.** Parque edificado, espaços verdes e rede viária principal – Município de Lisboa  
(Fonte: Servidor de dados geográficos da CML)

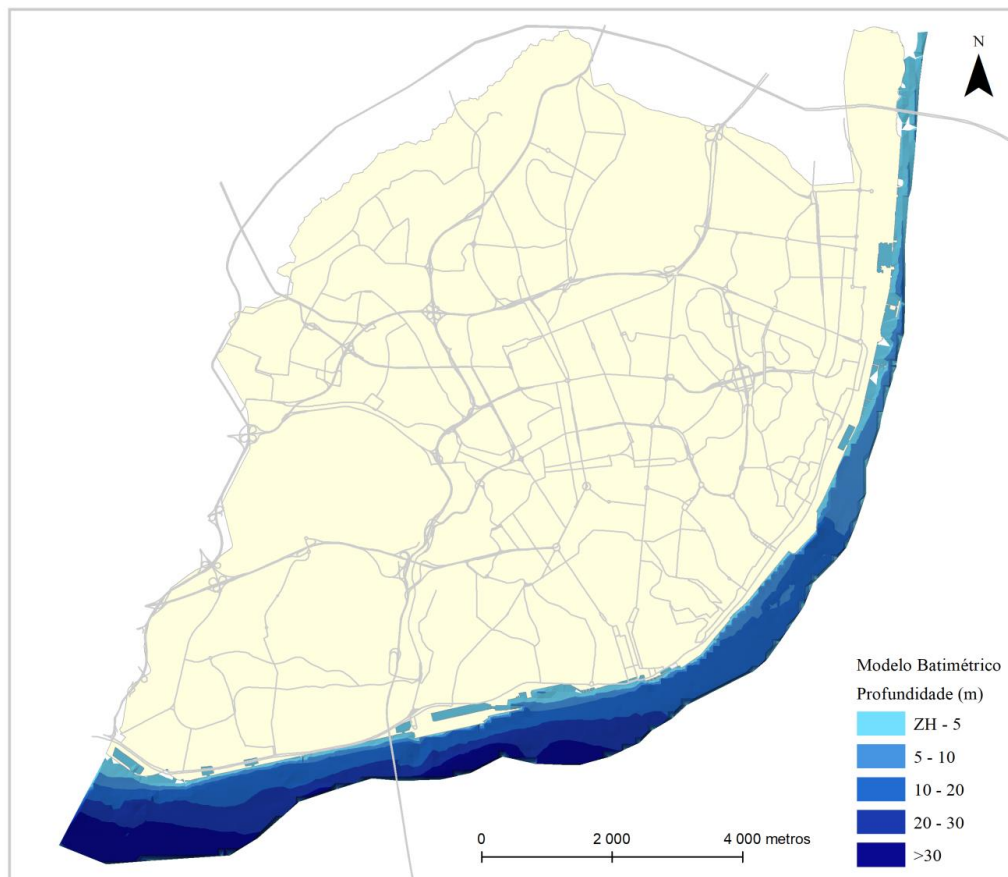
### **3.2. Análise geomorfológica**

A fisiografia do Município de Lisboa revela um relevo bastante acidentado, resultante do controlo estrutural imposto pela tectónica regional que, associado ao contraste de resistência

das diferentes formações, intensa fracturação, erosão diferencial e instalação da rede hidrográfica, condicionaram a morfologia da cidade e, conseqüentemente, a sua ocupação ao longo dos tempos.

### 3.2.1. Área imersa

A zona imersa do Município de Lisboa ocupa uma área de cerca de 14,2 km<sup>2</sup>. Os dados disponibilizados pelo Instituto Hidrográfico - IH<sup>1</sup> (2015), permitiram gerar o modelo batimétrico do estuário do Tejo na área afeta ao Município de Lisboa. Este modelo foi gerado através da ferramenta 3D Analyst (comando *create TIN – triangular irregular network*) do software ArcMap. As profundidades consideradas são relativas ao Zero Hidrográfico (ZH) - Figura 3.03.



**Figura 3.03.** Modelo batimétrico do estuário do Tejo  
(Fonte: IH, 2015)

<sup>1</sup> A informação foi obtida em sondagens provenientes dos levantamentos hidrográficos realizados no Rio Tejo, no período compreendido entre 1964 e 2009.

Estas recorreram ao sistema multifeixe e feixe simples, que pela elevada densidade de medições, permite a elaboração do modelo digital de terreno representativo do relevo submarino.

As maiores profundidades registam-se no eixo do estuário, verificando-se que na margem ribeirinha esses valores diminuem. Registam-se igualmente valores de profundidade mais elevados no interior das docas que se distribuem por toda a zona marginal do Município de Lisboa, que refletem os processos de desassoreamento realizados nos últimos anos de forma a tornar essas zonas navegáveis. Observa-se um contraste entre a zona ocidental e oriental, registando-se profundidades inferiores para E.

A diferença de valores obtidos entre a zona ocidental e oriental reflete o controlo geotectónico da região vestibular do Tejo assim como, a morfodinâmica, o que leva a que o estuário, do ponto de vista morfológico, se possa dividir em quatro setores distintos (Silva, 2013).

No âmbito da presente Tese e dado que a área em estudo se cinge aos limites do Município de Lisboa, irão apenas ser descritos três dos setores: inferior, médio e superior (Figura 3.04 A).

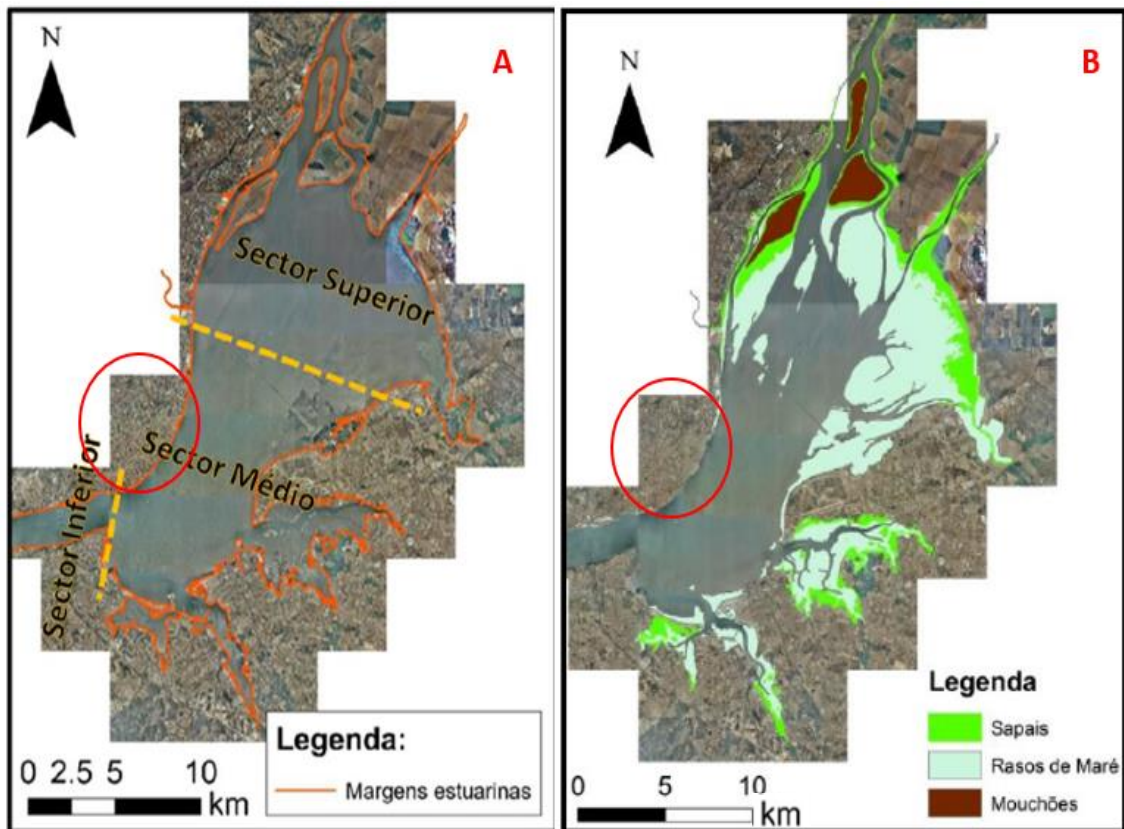
Na zona/setor inferior do Tejo (entre o Bugio e a Praça do Comércio) o estuário desenvolve-se através de um estreito corredor de ligação ao oceano – gargalo do Tejo, condicionado pela estrutura geológica, cuja diminuição da largura conduziu a um aumento da profundidade.

Esta é também a zona que apresenta maior hidrodinamismo uma vez que confronta com a linha de costa, estando assim mais exposta à agitação marítima oceânica e a correntes de maré de elevada magnitude. Para montante, em direção ao interior do estuário, e devido ao efeito de estrangulamento associado ao gargalo do Tejo, o hidrodinamismo torna-se cada vez menor havendo uma diminuição da agitação marítima de origem oceânica e da magnitude das correntes de maré (Silva, 2013).

No setor médio, que abrange a faixa compreendida entre a Praça do Comércio e Sacavém e onde se localiza a bacia pouco profunda designada por “Mar da Palha”, assiste-se a um significativo aumento da largura e uma diminuição da profundidade. Nesta zona, o reduzido hidrodinamismo e o elevado fornecimento sedimentar permite o desenvolvimento de extensos ambientes intertidais, designadamente rasos de maré e sapais a sul do Rio Trancão (Figura 3.04 B).

No setor superior, zona correspondente ao limite entre os concelhos de Lisboa e de Loures, as correntes de maré são menores dado que a zona é mais abrigada. Como é igualmente a zona mais larga do estuário, prevalecem os fenómenos de sedimentação (Freitas *et al.*, 2010). Esse assoreamento traduz-se numa diminuição da profundidade, que se reflete na presença de ambientes intertidais (rasos de maré e sapais) e supratidais (mouchões) (Silva, 2013).





**Figuras 3.04.** Estuário do Tejo  
**A** - Delimitação morfológica dos setores observados na área em estudo;  
**B** - Delimitação dos domínios intertidal e supratidal)  
 (Fonte: Silva, 2013)

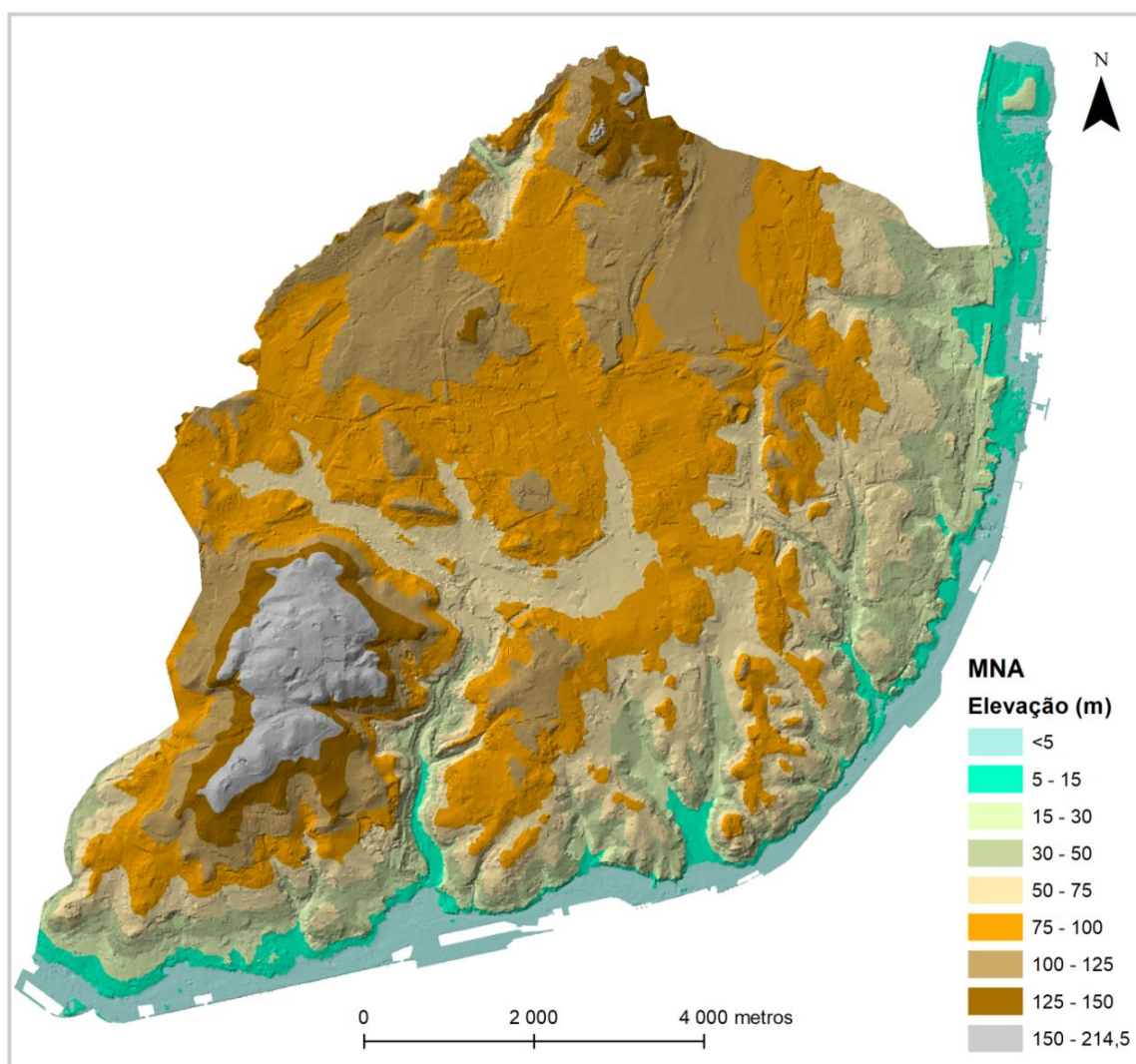
### 3.2.2. Área emersa

De acordo com os dados obtidos através do Modelo Numérico Altimétrico (MNA<sup>2</sup>), a amplitude de valores registados varia entre os 0 e os 215m (Figura 3.05).

Utilizou-se o MNA para a análise uma vez que se trata dum produto cartográfico obtido diretamente pelo processo de restituição.

Pela análise da Figura 3.05 constata-se que as classes de altitude mais baixas se situam ao longo da frente ribeirinha e nas zonas de entalhe das principais linhas de águas. Os valores mais elevados situam-se na serra do Monsanto (215m) e na zona norte da cidade (100-150m).

<sup>2</sup> O MNA foi obtido por restituição estereofotogramétrica a partir dos trabalhos de produção da ortofotocartografia à escala 1:1000 para o concelho de Lisboa, realizados entre 2016 e 2017. O produto foi homologado pela DGT em novembro de 2017.



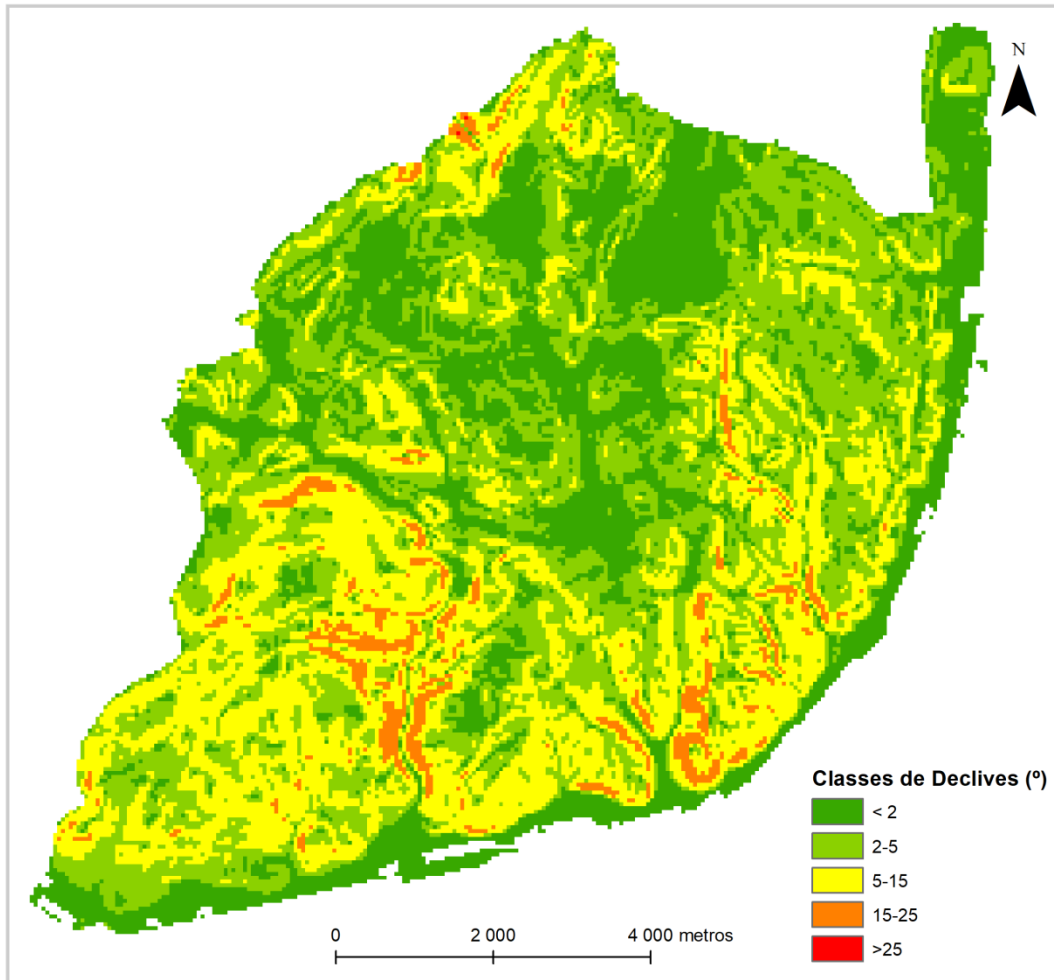
**Figura 3.05.** Modelo Numérico Altimétrico (MNA)  
(Fonte: Servidor de dados geográficos da CML)

A partir do MNA e recorrendo às ferramentas 3D Analyst (comando *TIN to Raster* e comando *slope*) elaborou-se a Carta de Declives, elemento que uma vez mais evidencia os aspetos acidentados da fisiografia do Município de Lisboa (Figura 3.06).

Os intervalos considerados para a elaboração da Carta de Declives apresentam-se no Quadro 3.01.

**Quadro 3.01.** Classes de declives adotadas

Classe	Declive (°)
I	<2
II	2-5
III	5-15
IV	15-25
V	>25



**Figura 3.06.** Carta de Declives  
(Fonte: MNA)

Observa-se que as classes de declives mais elevadas (IV e V) se registam, como esperado, nas vertentes associadas aos vales das antigas linhas de água da zona ocidental de Lisboa, assim como, nos relevos do tipo costeira observados no limite norte e nas colinas da zona histórica.

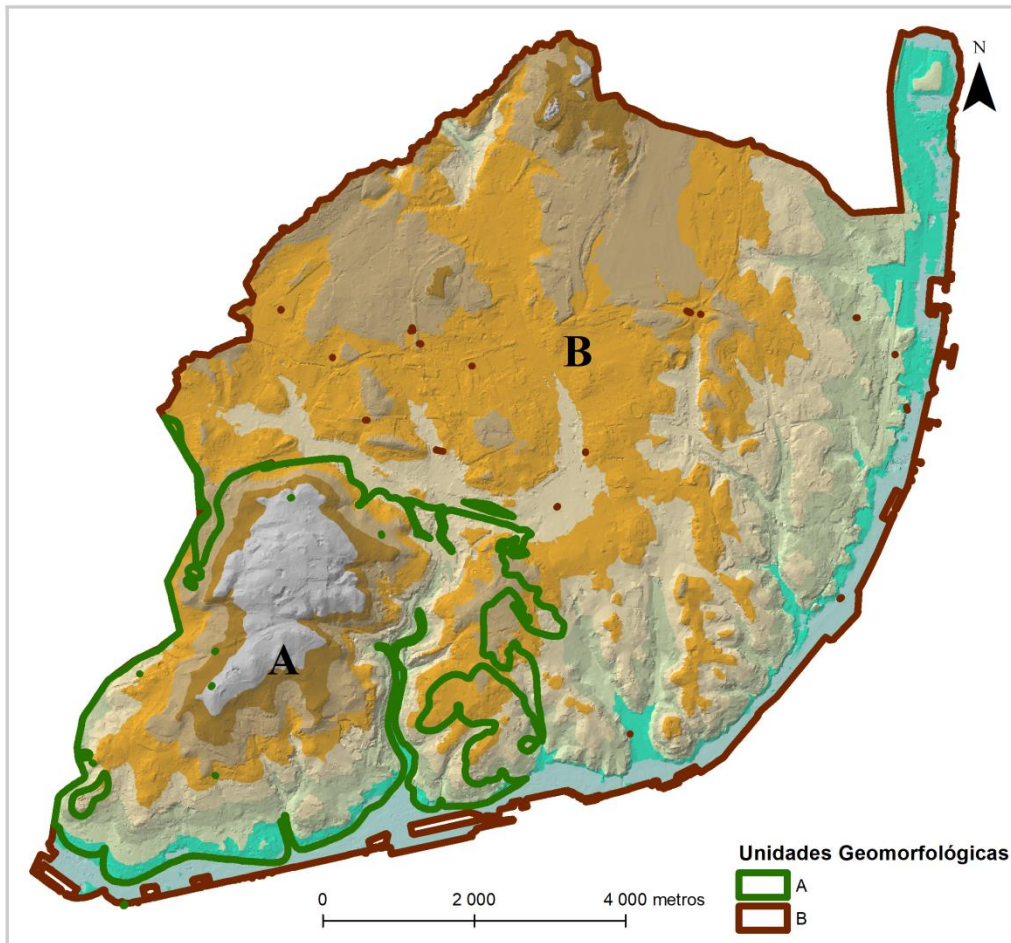
Nos interflúvios os declives são mais suaves (classes I e II), limitados pelos encaixes de maior declive, incluindo algumas áreas aplanadas. Estas classes de declive predominam nalguns planaltos como a zona do aeroporto.

### 3.2.3. Unidades geomorfológicas

A cidade de Lisboa pode ser dividida em duas unidades geomorfológicas (Figura 3.07):

Unidade A – abrange os terrenos mesozoicos incluídos na Bacia Lusitaniana;

**Unidade B** – abrange os terrenos terciários e quaternários incluídos na Bacia do Baixo Tejo-Sado.

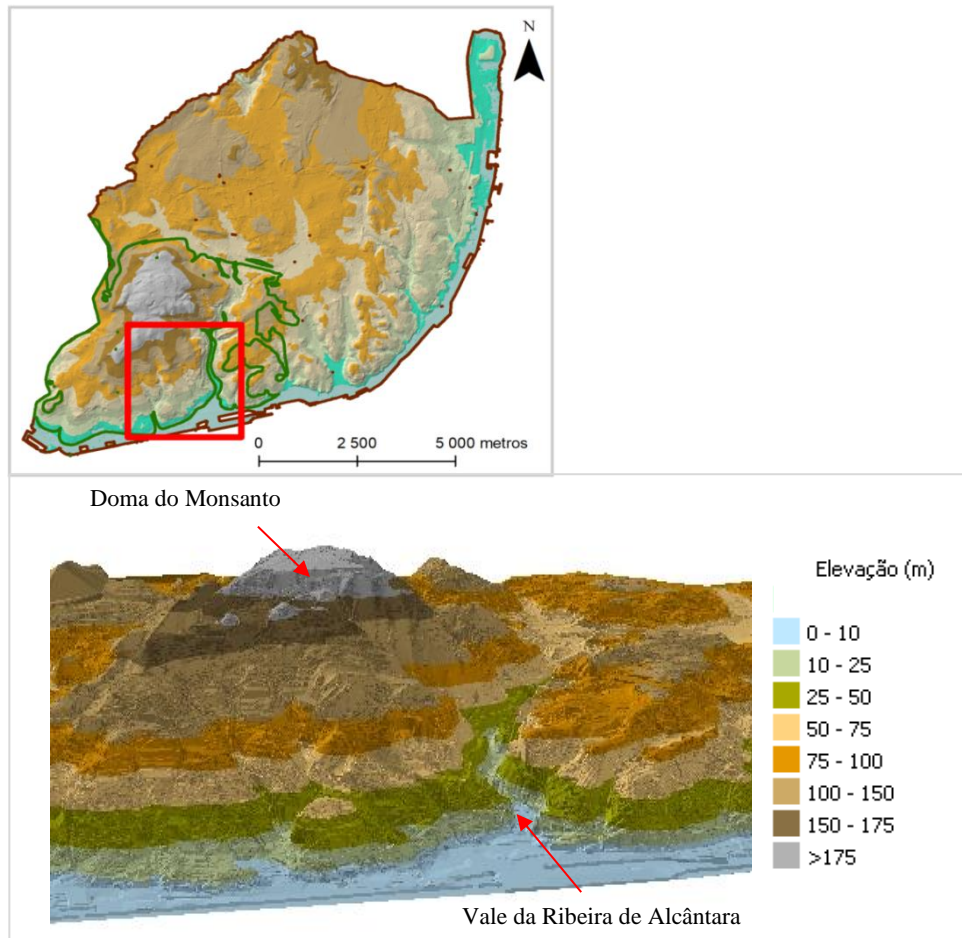


**Figura 3.07.** Unidades geomorfológicas do concelho de Lisboa  
(Fonte: MNA)

A **unidade A** encontra-se restrita ao quadrante SW de Lisboa e engloba as formações carbonatadas e as formações magmáticas do *Complexo Vulcânico de Lisboa (CVL)*, ambas de idade cretácica.

É nesta unidade que se encontram os relevos mais acentuados, entre eles o Doma do Monsanto (215m) e a Colina da Ajuda, ambas estruturas em anticlinal, associadas às formações carbonatadas (Figura 3.08).

As formações magmáticas, em comparação com os calcários cenomanianos, são menos resistentes à erosão. A alternância entre as escoadas lávicas e os níveis piroclásticos confere ao conjunto maior erodibilidade, o que se traduz na existência de relevos menos proeminentes (Almeida, 1991; Vasconcelos, 2011).



**Figura 3.08.** Vista 3D ilustrativa dos aspetos geomorfológicos da unidade A  
- Direção S-N, sobrelevação 5x -

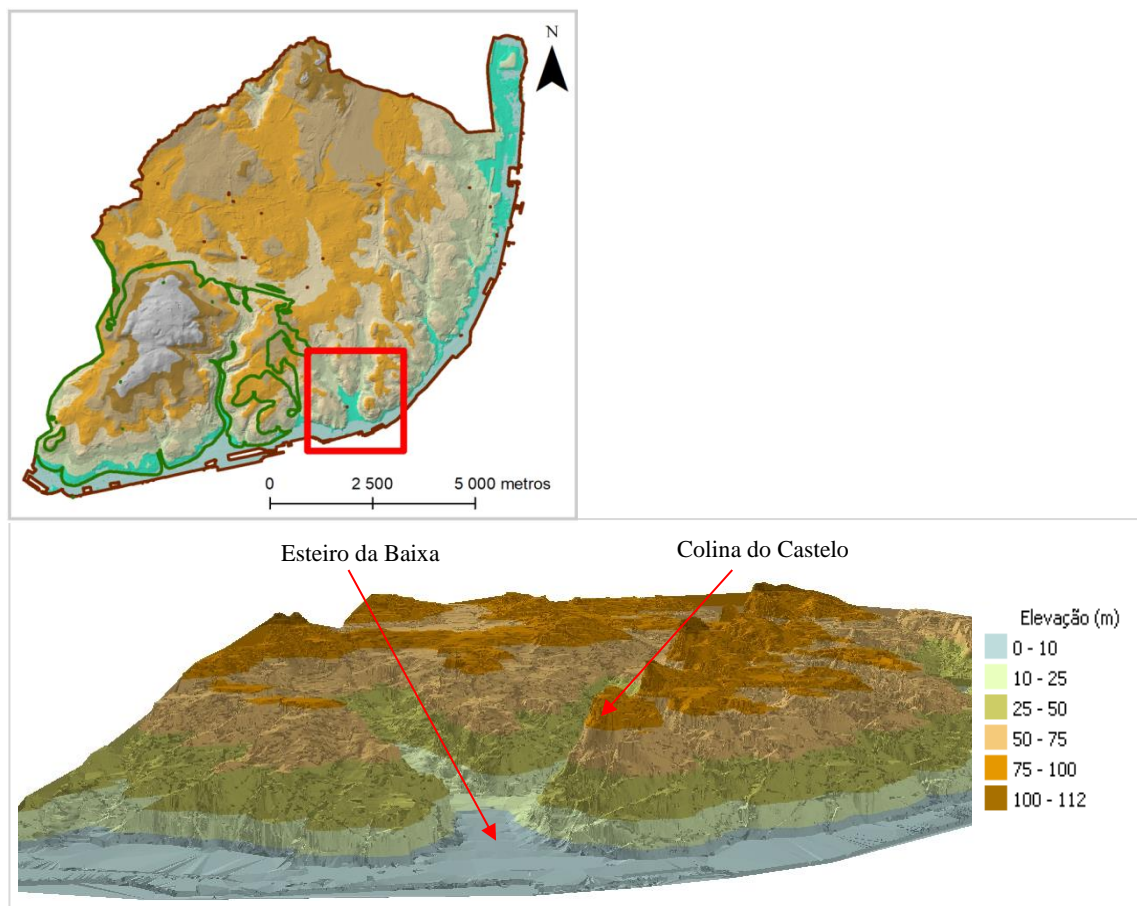
A **unidade B** inclui os restantes quadrantes da área em estudo (NW, SE e SW) e engloba os relevos associados às formações terrígenas da Formação de Benfica, à sequência sedimentar do Miocénico e à cobertura sedimentar recente.

A amplitude altimétrica da unidade B é bastante inferior à verificada na unidade A, registando-se uma pequena percentagem de áreas com altitudes superiores a 100m. De um modo geral, na unidade B predominam relevos mais suaves, do tipo planalto, nos quais se destaca o planalto do Aeroporto, do Bairro Alto e de Santana (Almeida, 1991; Oliveira, 2010a).

A Formação de Benfica ocupa uma zona deprimida no sopé do Monsanto e assenta em descontinuidade sobre as formações magmáticas do CVL. Nalguns locais contacta diretamente com as formações cretácicas (Pais *et al*, 2006).

Nas formações miocénicas as alternâncias litológicas e a atitude das camadas conduzem igualmente à existência de fenómenos de erosão diferencial e, é comum o desenvolvimento de

relevos do tipo costeira associados aos estratos mais resistentes. As amplitudes mais elevadas associadas às formações miocénicas registam-se no Castelo de São Jorge e na zona da Penha de França. A cobertura sedimentar recente ocupa a zona marginal assim como, os vales das antigas linhas de água (Figura 3.09).



**Figura 3.09.** Vista 3D ilustrativa dos relevos do tipo costeira e interflúvios  
 - Unidade B - zona da Baixa Pombalina  
 -Direção S-N, sobrelevação 5x –

### 3.2.4. Hidrologia

Em condições naturais, o escoamento superficial depende essencialmente da morfologia, da litologia predominante, do controlo estrutural e do coberto vegetal. Atualmente, a urbanização e instalação da rede de drenagem de águas pluviais e saneamento modificou profundamente a rede de drenagem natural, encontrando-se hoje maioritariamente encanada.

### **3.2.4.1. Rede hidrográfica**

De um modo geral podemos afirmar que nas formações carbonatadas a rede de drenagem é bastante encaixada, exhibe padrão dendrítico e instala-se nas zonas menos resistentes do maciço, aproveitando a fracturação. Excetua-se o núcleo do anticlinal do Monsanto onde a rede hidrográfica exhibe um padrão radial (Almeida, 1991; Vasconcelos, 2011; Oliveira, 2010a).

A principal linha de água que ocorria na região ocidental de Lisboa era a ribeira de Alcântara, cuja bacia hidrográfica extravasava os limites concelhios. Engloba as antigas ribeiras do Lumiar e de Sete Rios. Esta ribeira foi sofrendo intervenções ao longo do século XX, com diminuição da sua área a céu aberto (Gomes, 2014). Atualmente nos troços pertencentes ao Município de Lisboa a ribeira de Alcântara encontra-se encanada em toda a sua extensão.

Nas formações magmáticas do CVL não existe um padrão definido e a rede é considerada errática, muitas vezes condicionada pelos calcários adjacentes (Almeida, 1991).

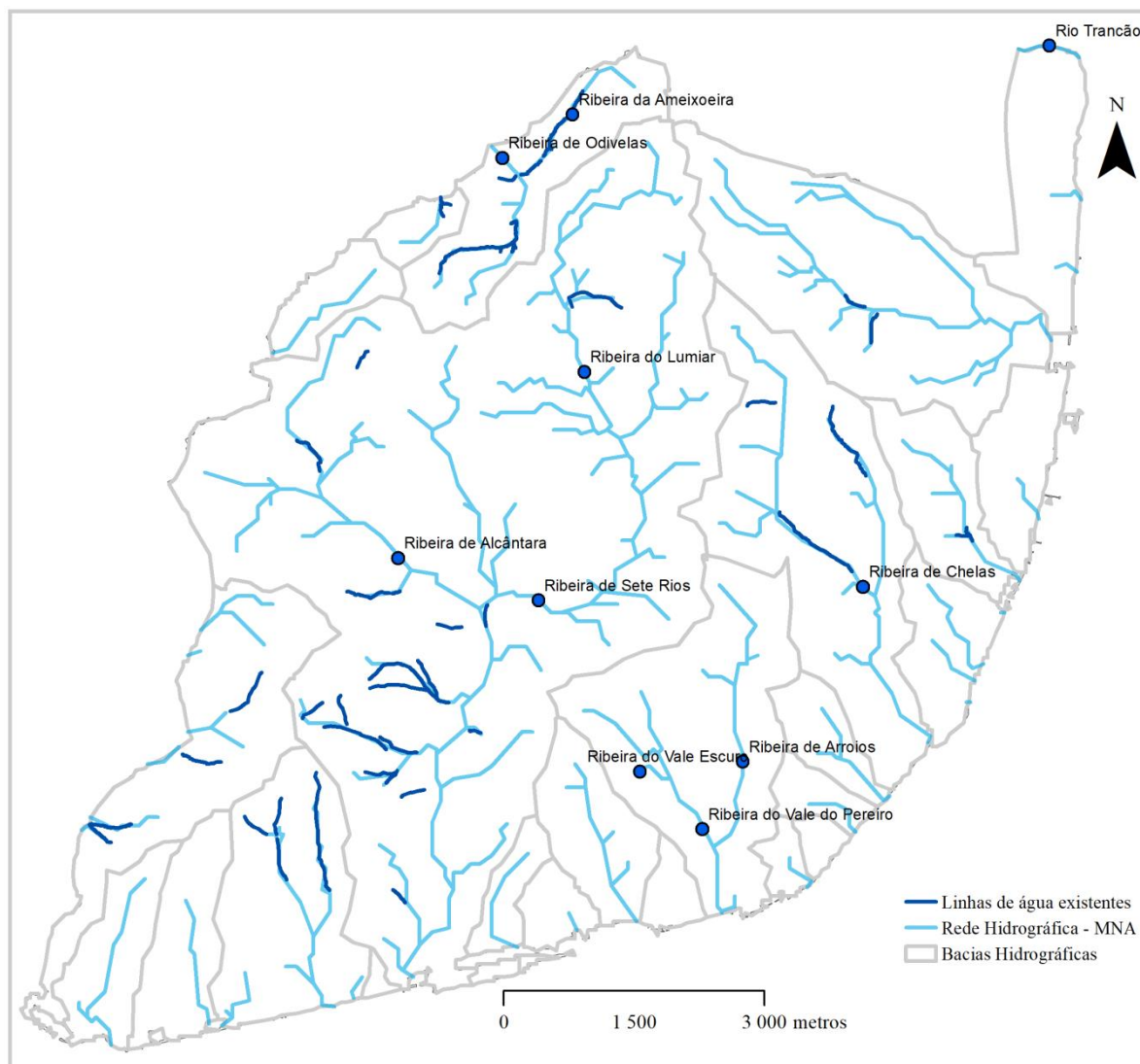
Na Formação de Benfica, dada a elevada heterogeneidade litológica, a interseção de talwegues origina vales muitos encaixados com declives acentuados nas suas margens. O padrão de drenagem exhibe forma dendrítica. Na região NW do Município, e associado a esta formação, o principal curso de água é a ribeira de Odivelas que se encontra muito encaixada nos estratos de natureza arenítica (Vasconcelos, 2011; Oliveira, 2010a), exibindo ravinamentos gerados pelos afluentes da linha de água (Almeida, 1991).

Nos terrenos miocénicos, a rede de drenagem instala-se nas formações menos resistentes e evolui por fenómenos de erosão diferencial, exibindo padrão dendrítico. Nestas formações destaca-se a ribeira de Chelas que exhibe uma bacia bastante hierarquizada (Almeida, 1991; Vasconcelos, 2011). Embora atualmente se encontrem encanadas, as ribeiras do Vale Escuro, Arroios e Vale do Pereiro destacavam-se pela sua expressão.

A instalação das linhas de água nestas formações originou vales assimétricos, com a formação de cornijas como resultado dos fenómenos erosivos. O alinhamento dessas cornijas é expressivo na Carta de Declives, designadamente na vertente leste do vale da ribeira de Arroios.

Segundo os dados constantes na Planta de Servidões Administrativas e Restrições de Utilidade Pública do Plano Diretor Municipal (CML, 2012), a rede hidrográfica atual do Concelho de Lisboa cinge-se a algumas linhas de água naturais que ocorrem na zona de

Monsanto, outras ocorrências associadas à bacia da ribeira de Chelas e à ribeira da Ameixoeira (Figura 3.10).



**Figura 3.10.** Rede hidrográfica do concelho de Lisboa  
A azul claro as rede hidrográfica resultante do MNA; a azul escuro as linhas de água ainda existentes  
(Fonte: Servidor de Dados da CML)

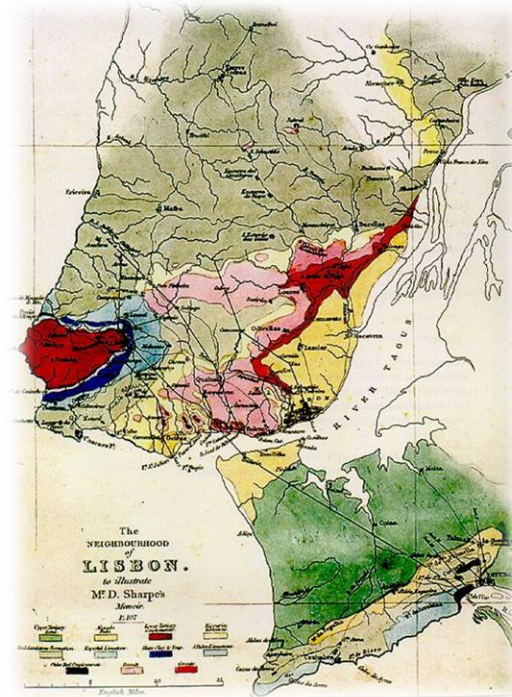
### **3.3. Aspetos gerais da evolução da cartografia geológica de Lisboa**

A primeira carta geológica que contempla a cidade de Lisboa foi publicada em 1841 por Daniel Sharpe, e intitula-se “*The geology of neighbourhood of Lisbon*” (Figura 3.11). Esta cartografia exhibe um carácter estratigráfico genérico.

Em 1848 foi criada e presidida por C. Bonnet a Comissão Geológica e Mineralógica, organismo considerado dos primeiros serviços geológicos do mundo (Oliveira, 2014). No âmbito da Comissão, Carlos Ribeiro e Daniel Sharpe definem os limites geológicos das



formações do país, à escala 1.750.000. Esta carta nunca foi impressa mas, constituiu a base para a “Carte Géologique de L’Espagne et du Portugal”, na escala 1.500.000, dos autores Verneuil e Collomb, cuja 1.<sup>a</sup> edição data de 1864 (Rebelo, 1999).



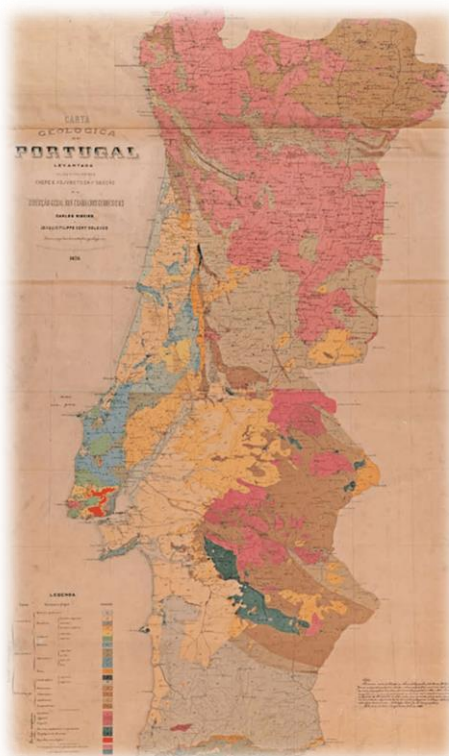
**Figura 3.11.** Carta geológica da zona envolvente a Lisboa (1841)  
(Fonte: Rebelo, 1999)

Em 1857 surge a Comissão Geológica de Portugal, presidida por Filipe Folque (Oliveira, 2014). Dada a imprecisão da cartografia topográfica existente à época, Filipe Folque desenvolve, entre 1860-1865, um levantamento a nível nacional à escala 1.100.000, produzindo a Carta Corográfica de Portugal (Oliveira, 2014). Em simultâneo Carlos Ribeiro e Nery Delgado, considerados os fundadores da geologia em Portugal, fazem o levantamento geológico da zona a N de Lisboa, foz do Tejo e Arrábida (Rebelo, 1999).

É sobre a nova topografia, e tendo por base a informação anteriormente produzida, que Carlos Ribeiro e Nery Delgado publicam a 1.<sup>a</sup> edição da Carta Geológica de Portugal à escala 1.500.000, trabalho apresentado em 1867 na Exposição de Paris. Esta Carta foi alvo de uma edição limitada para a Exposição Internacional de Filadélfia (1896) - Figura 3.12, e uma reedição, já melhorada, em 1878 (Oliveira, 2014).

Com a extinção da Comissão Geológica de Portugal é criada a Direção dos Trabalhos Geológicos, presidida por Carlos Ribeiro (Oliveira, 2014) e, que integrava no seu quadro de pessoal científico Nery Delgado e Paul Choffat (Rebelo, 1999).

Com a morte de Carlos Ribeiro, Nery Delgado assume a chefia da seção e em colaboração com Paul Choffat promove a 2.<sup>a</sup> edição da Carta Geológica de Portugal (1894).



**Figura 3.12.** Carta geológica de Portugal à escala 1.500.000 (1876)  
(Fonte: Oliveira (2014))

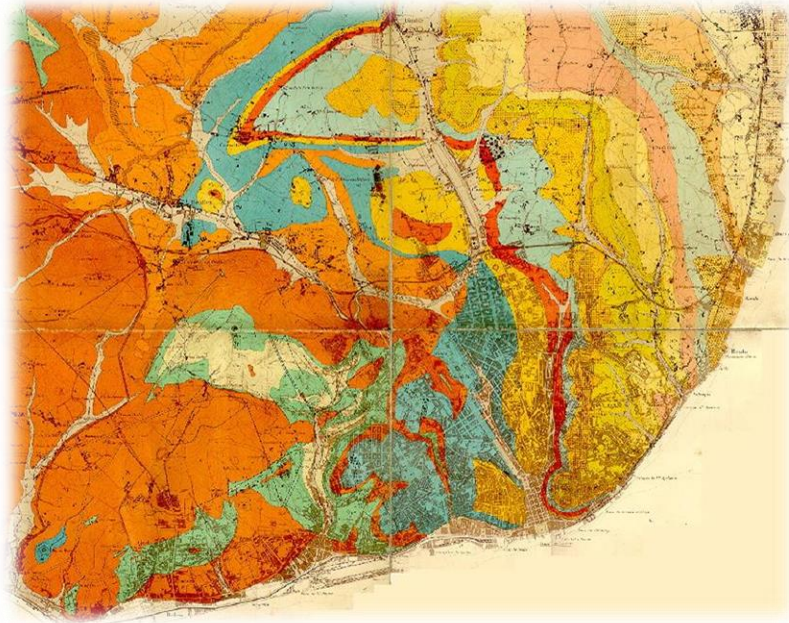
Ainda durante o séc. XIX iniciam-se os trabalhos de escavação do Túnel do Rossio, obra acompanhada por Paul Choffat que, em 1889 publica um trabalho de referência relativo às formações geológicas atravessadas pela infraestrutura (Almeida *et al.*, 2006b).

Em 1899 Nery Delgado e Paul Choffat apresentam a 3.<sup>a</sup> edição da Carta Geológica de Portugal, trabalho que recebeu uma distinção a nível internacional (Oliveira, 2014).

Em 1918 é extinta a Comissão passando a atuar os Serviços Geológicos de Portugal (SGP), entidade dependente da Direção-Geral de Minas e Serviços Geológicos. Assiste-se a uma estagnação na produção de cartografia geológica a nível nacional, condição que se agrava em 1919 com a morte de Paul Choffat.

A produção de cartografia geológica só é retomada em 1935 quando os SGP editam a folha 34-C (Cascais) da “Carta Geológica dos arredores de Lisboa” à escala 1.50.000. Esta carta teve por base os trabalhos de Choffat e Cotter, desenvolvidos à escala 20.000.

Em 1937 é publicada a folha 34-A (Sintra) e em 1940, os SGP publicam cartografia da cidade de Lisboa à escala 1:20.000, também da autoria de Choffat. Esta carta exibia maior detalhe que a anterior (Figura 3.13).



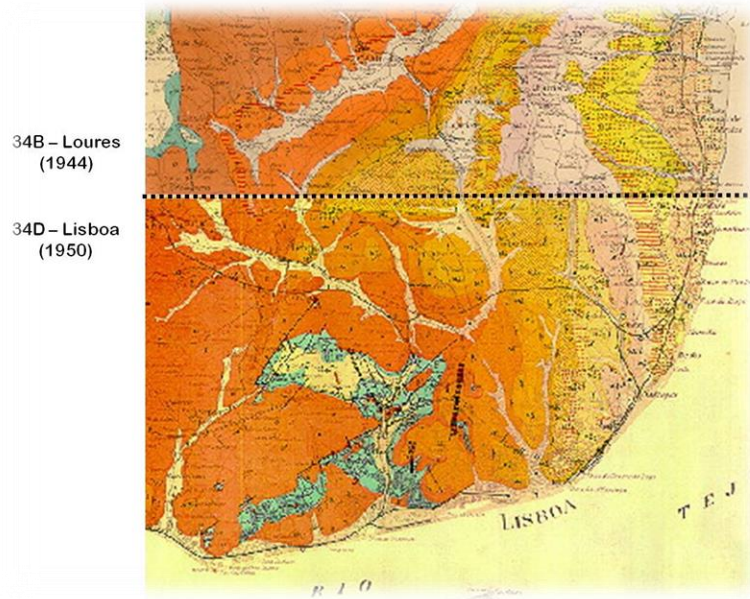
**Figura 3.13.** Carta geológica de Lisboa à escala 1:20.000 (1940)  
(Fonte: Rebelo, 1999)

A publicação de cartografia geológica dos arredores de Lisboa prossegue e, em 1944 é publicada a folha 34-B (Loures), seguindo-se a folha 34-D (Lisboa) (Figura 3.14).

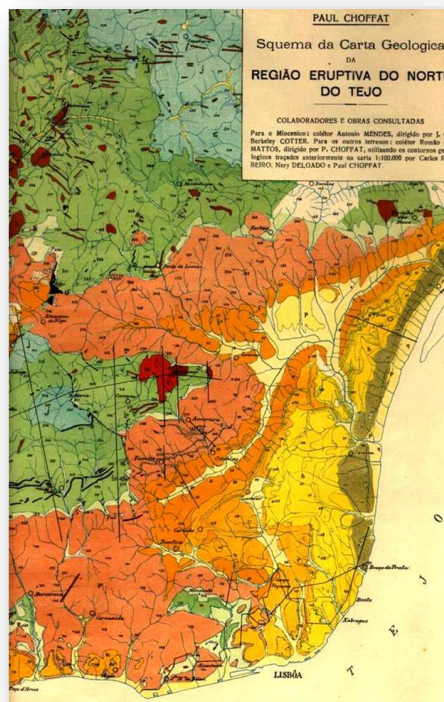
Estas cartas apresentam uma representação clássica dos levantamentos e cartografia geológica, com ênfase na cronologia, delimitações das diversas formações e sua relação estrutural. Os terrenos miocénicos são representados tendo em conta aspetos litoestratigráficos (Almeida *et al.*, 2006b).

Em 1950 os SGP publicam ainda a cartografia produzida por Paul Choffat em 1924 (Pais *et al.*, 2006). A obra póstuma designa-se “*Planches et coupes géologique de la région éruptive au Nord du Tage*” e teve como base os levantamentos de campo realizados durante o século XIX e início do século XX, sob a orientação de Cotter e P. Choffat (Almeida e Almeida, 1997) - Figura 3.15.

Nos finais da década de 50, Zbyszewski e Veiga Ferreira procederam aos levantamentos que constituem a base da maioria das folhas ainda hoje em utilização (Dias e Pais, 2009).



**Figura 3.14.** Carta geológica de Lisboa à escala 1:50.000 (1950)  
(Fonte: Rebelo, 1999)



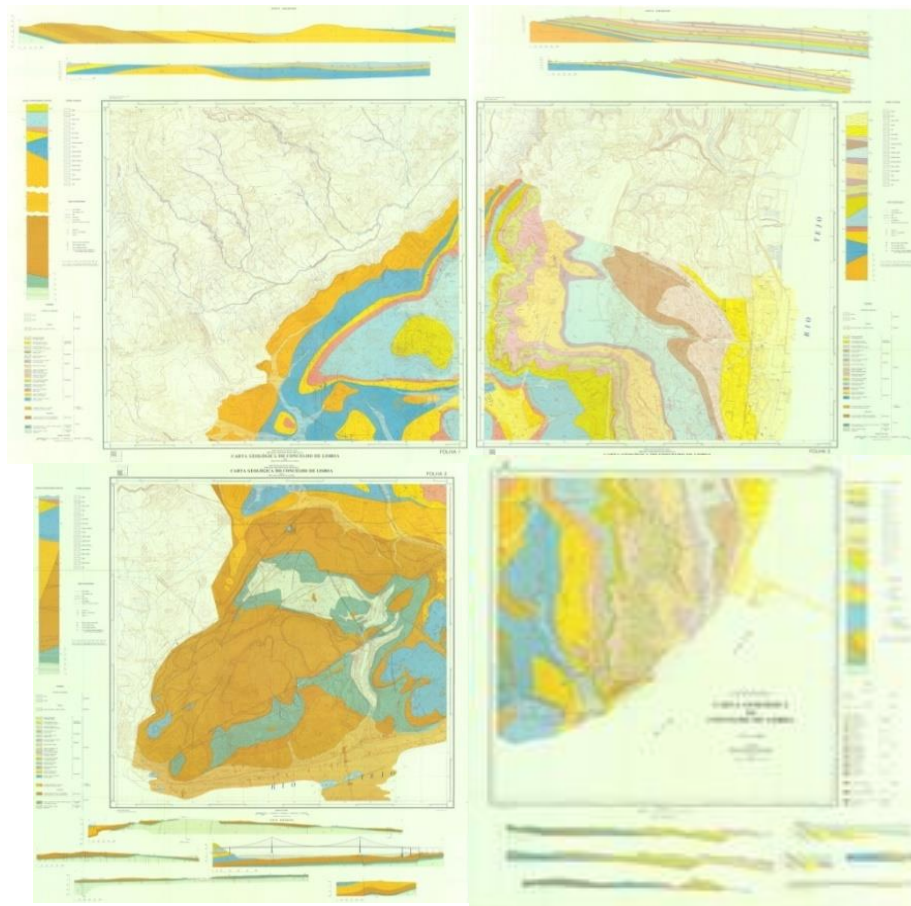
**Figura 3.15.** Carta geológica da área da grande Lisboa (1951)  
(Fonte: Rebelo, 1999)

Em 1963 é publicada a Notícia Explicativa da Carta Geológica à escala 1:50.000, da autoria de Georges Zbyszewsky (1963), onde são descritas as unidades litostratigráficas da área do Concelho de Lisboa.

Sob a coordenação de Carlos Teixeira é publicada a 4.<sup>a</sup> edição da Carta Geológica de Portugal, à escala 1.500.000 (1972) (Oliveira, 2014). Esta Carta apresenta melhorias ao nível da estratigrafia, representação das formações eruptivas, pormenores dos depósitos discordantes, revisão das formações plioquaternárias e introdução dos acidentes tectónicos (Rebelo, 1999).

Beneficiando das inúmeras cartas geológicas elaboradas à escala 1.50.000 e entretanto publicadas, assim como de trabalhos e teses de cientistas das universidades do país, é publicada, em 1992, a 5.<sup>a</sup> edição da Carta Geológica de Portugal (Dias e Pais, 2009).

A cartografia de maior detalhe relativa à cidade de Lisboa surge em 1986 por Fernando Moitinho de Almeida e representa, em 4 folhas, a geologia à escala 1:10.000 (Figura 3.16). O autor teve por base os levantamentos geológicos anteriores realizados à escala 1.20.000, e uma base topográfica à escala 1.10.000 publicada pelos Serviços Cartográficos do Exército em 1981 (Moitinho de Almeida, 1986).



**Figura 3.16.** Carta geológica de Lisboa à escala 1.10.000 (1986)  
(Fonte: LNEG, 2010)

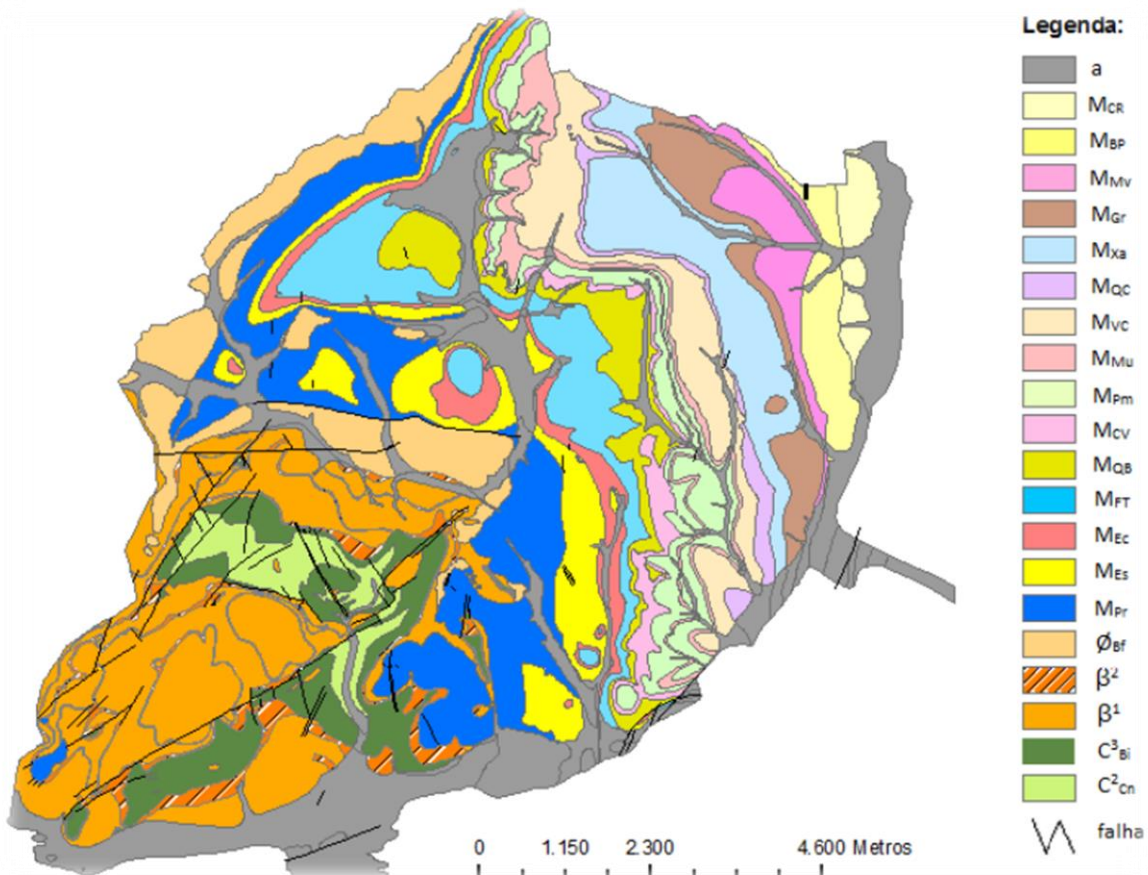
O critério estratigráfico clássico tem como inovação a representação das coberturas aluvionares e/ou aterros (nem sempre diferenciados) e a inclusão da informação proveniente de sondagens geotécnicas e escavações efetuadas, o que confere à carta geológica uma componente geotécnica (Pais *et al.*, 2006).

A inclusão de informação em profundidade permitiu definir, com maior rigor, as estruturas geológicas presentes e a espessura dos depósitos aluvionares. As indicações relativas ao posicionamento das formações *in situ* subjacentes às coberturas aluvionares permitiram retificar a localização de alguns limites cartografados (Lopes, 2001).

É igualmente de destaque a apresentação dos cortes geológicos tipo, representativos das formações ocorrentes em cada folha.

Em 1993 é criado o Instituto Geológico e Mineiro (IGM) que, em 2004, integra o Instituto Nacional de Engenharia, Tecnologia e Inovação (INETI).

O INETI desenvolveu e publicou a Carta Geológica de Lisboa à escala 1.10.000, em formato vetorial (geodatabase e shapefile) - Figura 3.17.



**Figura 3.17.** Carta geológica de Lisboa (1986) – formato digital  
(Fonte: adaptado de Moitinho de Almeida, 1986)

O INETI publica ainda, em 2006, a 2ª edição das folhas dos Arredores de Lisboa, à escala 1.50.000 (Pais *et al.*, 2006), em particular a folha 34-D (Lisboa).

Esta carta teve por base a cartografia da 1ª edição, a cartografia à escala 1.10.000 de 1986 e, levantamentos pontuais realizados na região.

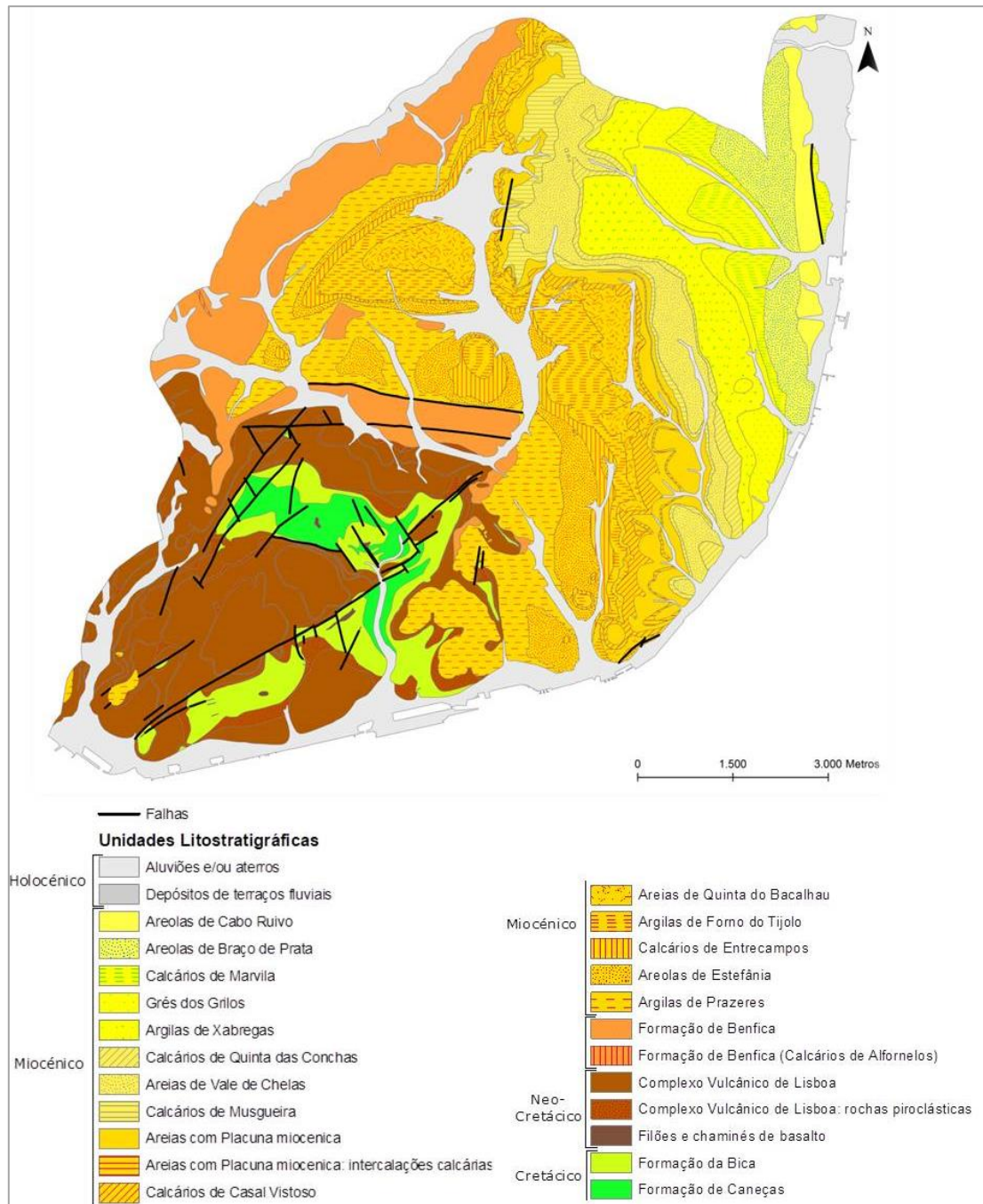
Em 2006 o INETI é extinto e surge o Laboratório Nacional de Energia e Geologia (LNEG).

### **3.4. Litostratigrafia**

No presente trabalho será adotada a cartografia à escala 1:10.000 do concelho de Lisboa (Moitinho de Almeida, 1986) contudo, serão utilizadas as designações e simbologia definidas por Pais *et al.* (2006) (Figura 3.18).

Na cidade de Lisboa afloram formações geológicas datadas do Sistema Cretácico ao Quaternário, de acordo com a seguinte sistematização estratigráfica, da base para o topo:

1. Eratema Mesozóico / Sistema Cretácico / Série Inferior a Superior / Andar Albiano a Cenomaniano  
C<sup>2</sup><sub>Cn</sub> – Formação de Caneças  
C<sup>2</sup><sub>Bi</sub> – Formação de Bica
2. Eratema Mesozóico / Sistema Cretácico / Série Superior / Andar Campaniano a Maestrichtiano  
 $\beta^1$  – Complexo Vulcânico de Lisboa (CVL)  
 $\beta_{1p}$  – Rochas piroclásticas  
 $\beta$  – Filões e chaminés de basalto
3. Eratema Cenozóico / Sistema Paleogénico / Série Eocénico-Oligocénico / Andar Priaboniano a Rupeliano  
 $\emptyset_{Bf}$  – Formação de Benfica



**Figura 3.18.** Carta geológica de Lisboa à escala 1:10.000, com simbologia adotada de Pais *et al.* (2006) (Fonte: LNEG)

#### 4. Eratema Cenozóico / Sistema Neogénico / Série Miocénico / Andar Aquitaniano a Tortoniano Inferior

M<sub>Pr</sub> – Camadas de Prazeres

M<sub>ES</sub> – Areolas de Avenida da Estefânia

M<sub>Ec</sub> – Calcários de Entrecampos

M<sub>FT</sub> – Argilas de Forno do Tijolo



- M<sub>QB</sub> – Areias de Quinta do Bacalhau
- M<sub>CV</sub> – Calcários de Casal Vistoso
- M<sub>Pm</sub> – Areias com *Placuna miocenica*
- M<sub>Mu</sub> – Calcários de Musgueira
- M<sub>VC</sub> – Areias de Vale de Chelas
- M<sub>QC</sub> – Calcários de Quinta das Conchas
- M<sub>Xa</sub> – Argilas de Xabregas
- M<sub>Gr</sub> – Grés de Grilos
- M<sub>Mv</sub> – Calcários de Marvila
- M<sub>BP</sub> – Areolas de Braça de Prata
- M<sub>CR</sub> – Areolas de Cabo Ruivo

5. Eratema Cenozóico / Sistema Quaternário / Série Holocénico / Andar Holocénico

a – Aluviões e/ou Aterros

Dentro das unidades estratigráficas referidas no ponto anterior ocorrem tipos litológicos variados, por vezes específicos ou predominantes, que a seguir se indicam e caracterizam genericamente, com base na bibliografia da especialidade (Zbyszewsky, 1963; Pais *et al.*, 2006). A distribuição espacial dos diversos estratos é indicada na sua descrição.

**3.4.1. Sistema Cretácico / Série Inferior a Superior / Andar Albiano a Cenomaniano**

De acordo com a Carta Geológica os afloramentos cretácicos afloram na zona ocidental do Município de Lisboa, mais especificamente na serra do Monsanto, Vale de Alcântara, Ajuda e nalgumas janelas no seio do CVL, como por exemplo nos pequenos afloramentos na zona de Pedrouços, zona N do Parque Florestal do Monsanto, Largo do Rato e Parque Eduardo VII de Inglaterra (Zbyszewsky, 1963; Pais *et al.*, 2006). Esta reduzida extensão está condicionada pela tectónica (Almeida, 1991).

Do ponto de vista cronostratigráfico as formações cretácicas situam-se nos andares Albiano Superior a Cenomaniano Superior e designam-se por *Formação de Caneças* e *Formação de Bica*.

Numa sondagem efetuada na zona do Monsanto pela Companhia Portuguesa de Petróleos constatou-se que o complexo cretácico exhibe uma espessura de cerca de 340m (Pais *et al.*,

2006) contudo, como a sondagem não se iniciou no topo do complexo, este deverá exibir espessura superior à intersetada (Almeida, 1991).

Segundo Almeida (1991), as formações cretácicas exibem um conjunto constituído por calcários, calcários margosos, calcários dolomíticos, margas e argilas margosas, com intercalações de níveis fossilíferos.

Estes materiais foram explorados como matéria-prima em pedreiras, em especial a *Formação de Bica*, inicialmente para extração de sílex e posteriormente para a indústria construtiva, tendo sido usado como rocha ornamental - Lioz.

#### *C<sup>2</sup><sub>Cn</sub> - Formação de Caneças*

Esta unidade corresponde ao antigo *Belasiano* definido por Choffat (Pais *et al.*, 2006) e materializa um evento transgressivo. Segundo o autor, na zona do Monsanto apenas se reconhecem os dois níveis do topo da unidade, exibindo espessura da ordem dos 60m. Esta unidade apresenta bancadas de calcários margosos amarelados e apinhoados, pouco fossilíferos, sobrejacentes a níveis de calcários margosos amarelados e margas (Zbyszewsky, 1963; Berthou, 1973).

Do conteúdo fossilífero destaca-se a presença de gastrópodes, bivalves, crustáceos, vegetais, equinodermes, foraminíferos, raros rudistas e alguns vertebrados (Pais *et al.*, 2006).

#### *C<sup>3</sup><sub>Bi</sub> - Formação de Bica*

A formação é datada do Cenomaniano Superior e a sua espessura na zona de Lisboa ronda os 50m.

Esta unidade é maioritariamente constituída por calcários cristalinos compactos, de cor branca a rosada, de fácies recifal. No seio dos calcários ocorrem por vezes nódulos ou leitões de sílex, que alternam com estratos de calcários de aspeto apinhoados que adquirem uma fácies mais margosa para o topo.

É comum a presença de rudistas (caprínulas e radiolitídeos) nos níveis mais superficiais e estes encontram-se frequentemente silicificados, constituindo biostromas (Zbyszewsky, 1963; Pais *et al.*, 2006). Segundo Pais *et al.* (2006), esta unidade contém inúmeros fósseis, entre eles, foraminíferos, ostracodos, algas, esponjas, gastrópodes, bivalves e o amonóide *Neolobites vibrayeanus*, que anteriormente havia dado nome à unidade litostratigráfica.

Superficialmente a *Formação de Bica* exhibe uma superfície de paleocarsificação, com os tufos e escoadas sobrejacentes do CVL a preencherem essas cavidades (Pais *et al.*, 2006).

Os solos resultantes da erosão desta unidade exibem natureza argilosa e cor avermelhada, encontrando-se a preencher o carso. Muitas vezes são confundidos com os solos do CVL e da Formação de Benfica, sendo apenas possível a sua distinção com base na análise mineralógica (Almeida, 1991).

### **3.4.2. Sistema Cretácico / Série Superior / Andar Campaniano a Maestrichtiano**

#### ***$\beta^1$ – Complexo Vulcânico de Lisboa (CVL)***

O CVL aflora no extremo ocidental do Município de Lisboa, entre a zona de Santos e Algés e entre o Marquês de Pombal e a Amadora.

Segundo datações por métodos isotópicos constatou-se que a unidade exhibe aproximadamente 72 Ma (Almeida, 1991).

A sua espessura é muito variável, condicionada pela localização geográfica, morfologia pré-existente e eventos tectónicos (Almeida, 1991), registando-se valores da ordem dos 200m na zona de Campolide contrastantes com espessuras da ordem dos 15 a 20m na zona do Parque Eduardo VII de Inglaterra (Pais *et al.*, 2006).

De um modo geral a unidade exhibe intercalações de escoadas basálticas compactas, representativas dos períodos efusivos predominantes, com materiais piroclásticos subsidiários, refletindo os poucos eventos explosivos (Zbyszewsky, 1963). Ocorrem também filões e chaminés de basalto (Zbyszewski, 1964).

Entre os diversos eventos encontram-se alguns materiais sedimentares intercalados, que indicam períodos de repouso na atividade vulcânica e durante os quais terá ocorrido sedimentação. Pela análise do conteúdo fossilífero presente é possível determinar que essa sedimentação se processou em ambiente lacustre e fluvial.

A alteração das rochas do CVL originam solos de natureza argilosa, mais ou menos grosseiros mas, a sua espessura não é muito significativa (Almeida, 1991).

Estes materiais foram explorados para britas e usados no empedramento de vias e passeios, existindo algumas pedreiras na região de Lisboa (Almeida, 1994; Pinto, 2005).

### *$\beta$ 1p – Rochas piroclásticas*

A subunidade piroclástica é representada pelos produtos resultantes da atividade explosiva ocorrida durante a deposição do CVL. Neles se encontram depósitos não consolidados de espessuras variáveis que exibem alternâncias de cinzas e *lapilli* (Pais *et al.*, 2006).

### *$\beta$ – Filões e chaminés de basalto*

Esta subunidade é representada por pequenos filões e pequenas massas associadas a chaminés vulcânicas, que exibem fácies basáltica. Segundo Zbyszewsky (1963) foram observados filões em Pedrouços, Serra de Monsanto, Campolide, Rio Seco, Vale de Alcântara e Av. Infante Santo e chaminés vulcânicas na zona da Boa Hora, Alto do Monsanto, linha férrea a N de Campolide e Alto do Duque.

## **3.4.3. Sistema Paleogénico – Série Eocénico a Oligocénico**

### *$\emptyset_{Bf}$ – Formação de Benfica*

A *Formação de Benfica* aflora no quadrante NW da região de Lisboa e é constituída por depósitos continentais. A sua idade foi determinada através de métodos de datação uma vez que a mesma não exhibe conteúdo fossilífero.

Assenta em descontinuidade sobre o CVL do qual inclui materiais e nalguns locais contacta diretamente com as formações do Cenomaniano. O topo é limitado por uma superfície de descontinuidade ou passa gradualmente aos sedimentos miocénicos (Pais *et al.*, 2006). A deposição desta unidade é singénica à fase tectónica pirenaica donde resulta uma sequência deposicional com fácies distintas.

Segundo Zbyszewsky (1963) e Pais *et al* (2006), a Formação de Benfica apresenta níveis de conglomerados, arenitos, siltitos, argilitos, calcários e margas, resultantes de um regime endorreico (Dias e Pais., 2009).

Os conglomerados incluem clastos de granulometria diversa com matriz areno-argilosa e cimento margoso. No topo existem clastos de origem carbonatada, bem rolados, que poderão estar *in situ* ou ser oriundos das formações subjacentes, enquanto na base os clastos exibem natureza quartzítica e são mal rolados, provenientes de formações do soco.

Os arenitos exibem igualmente granulometria diversa, variando do fino ao conglomerático, e natureza quartzítica. Na base deste nível ocorrem estratos com componente argilosa significativa e impregnações de óxidos de ferro (Fe) e manganês (Mn) (Almeida, 1991).

Os siltitos e argilitos (siltitos argilosos e argilitos siltosos) exibem cor avermelhada devido à presença de óxidos de Fe. Nesta formação ocorre a presença de argilas expansivas que originam fendas de fricção muito estriadas, com as estrias preenchidas por óxidos de Mn (Almeida, 1991).

Segundo Almeida (1991), os níveis de calcários e margas são compactos, podendo existir níveis de margas muito argilosas e calcários muito pouco margosos. Ambas as situações exibem predominância da fácies arenítica.

#### ***3.4.4. Sistema Neogénico – Série Miocénico***

A série miocénica, que se apresenta de seguida, aflora na restante área do concelho de Lisboa e corresponde a um período de sedimentação intensa que ocorreu na zona vestibular do Tejo e durou cerca de 16 Ma.. Este processo foi acompanhado por intensa subsidência, só compensada pela sedimentação e transporte de materiais pelas linhas de água.

Segundo Simões e Legoinha (2014), esta série materializa várias transgressões e regressões das quais resultaram alternâncias de fácies marinhas a continentais, com expressão da fácies relativa a ambientes de transição. Estas características permitem a sua utilização, não só para fins cronológicos como também para determinação dos diferentes ambientes de deposição (Lopes, 2001).

Esta série é constituída por alternância de areias, areolas, argilas e calcários e atingem 300m de espessura (Lopes, 2001). As variações verticais e laterais de fácies muito significativas (Almeida, 1991).

A série miocénica foi pormenorizadamente estudada por Cotter (1956) no final do século XIX, na fase da expansão urbana.

#### ***M<sub>Pr</sub> – Camada de Prazeres***

A unidade *Camada de Prazeres* é de idade *Aquitaniense* a *Burdigaliano Inferior* ( $\approx 23$  Ma.) (Pais *et al.*, 2006).

Constitui a base do Miocénico e aflora desde a zona de Carnide até Santos. Segundo Pais *et al.* (2006) foram ainda descritos afloramentos na zona de Benfica, Palma de Baixo, Campo Pequeno, Marquês de Pombal, Largo do Rato, Prazeres, Estrela e Lapa.

A sua espessura total é variável, diminuindo de S para N e segundo Cotter (1956) atinge os 36m de espessura. Segundo Almeida (1991) esta unidade chega a atingir os 45m e de acordo com Zbyszewsky (1963), esta unidade atinge os 80m, valor registado numa sondagem realizada para o Estudo da Ponte 25 de abril.

De acordo com Almeida (1991) e Pais *et al.*, (2006), esta unidade apresenta assinatura de ambiente lagunar e ocorrem, da base para o topo, um nível de argilitos esverdeados, níveis carbonosos com vegetais e gesso, níveis arenosos micáceos, de granulometria fina a média, níveis de calcários margosos e no topo argilitos arenosos avermelhados com paleocanais preenchidos por ostras.

O conteúdo faunístico é igualmente típico de ambiente de transição, e destacam-se estruturas construídas por corais, briozoários (bioermas) e alguns mamíferos (Zbyszewsky, 1964).

Este estrato materializa o início de um evento transgressivo que deixou submersa a região de Lisboa (Antunes e Pais, 1993).

#### *M<sub>Es</sub> – Areolas de Avenida da Estefânia*

À semelhança da unidade anterior, as *Areolas de Avenida da Estefânia* exibem idade Aquitaniano a Burdigaliano Inferior ( $\approx 21$  Ma) e afloram desde a zona de Carnide até à Baixa, passando por Telheiras, Campo Pequeno, Campo de Santana, Bairro Alto e base da colina do Castelo.

Exibe cor amarelada, espessura total de cerca de 24-36m (Cotter, 1956; Almeida, 1991) e é representada por alternâncias de bancadas de areias finas micáceas, areias argilosas, argilitos e para o topo bancadas de biocalcarenitos (Pais *et al.*, 2006), o que denuncia uma nova fase de sedimentação.

Segundo Choffat (1989), na zona da escavação do Túnel do Rossio esta formação apresentava um carácter lenticular no seio das argilas.

#### *M<sub>EC</sub> – Calcários de Entrecampos*

Os *Calcários de Entrecampos* exibem idade Burdigaliana ( $\approx 19$  Ma.) e afloram numa faixa estreita na zona de Alfama, Avenida Almirante Reis, Campo Grande e Carnide. Esta formação resulta de uma nova subida no nível médio do mar (Pais *et al.*, 2006).

Exibe espessura de cerca de 12-17m e é constituída por biocalcarenitos por vezes argilosos, com fração detrítica predominante e fósseis de moluscos (Cotter, 1956). Os níveis sobrejacentes são compostos por areias muito finas e siltitos argilosos acinzentados, sendo grandes as variações laterais de fácies dentro das bancadas descritas.

Esta formação recebeu também a designação de “*Banco Real*” e as suas bancadas foram exploradas como rocha ornamental e para a construção da zona histórica (Almeida, 1991).

É ainda possível observar esta rocha nos revestimentos das fachadas de alguns monumentos da cidade de Lisboa.

#### *M<sub>FT</sub> – Argilas de Forno do Tijolo*

Esta unidade concretiza o maior evento transgressivo ocorrido no Burdigaliano. Nesta época a zona de Lisboa situar-se-ia num golfo ou num estuário (Zbyszewsky, 1964).

Aflora na zona do Terreiro do Trigo, Colina do Castelo, Areeiro, Alvalade, Campo Grande, Telheiras e Carnide e exhibe espessura muito variável, tendo sido observada em diversos cortes, espessuras de 15m a 40m (Almeida, 1991).

Esta formação caracteriza-se pela presença de bancadas de argilas, margas e grés fino argiloso micáceo de tonalidade azulada, com intercalações finas de molassoossilífero, de cores mais claras (Cotter, 1956; Zbyszewsky, 1963).

Do conteúdo fossilífero presente destacam-se faunas de moluscos, peixes e abundantes microfósseis (nanoplâncton calcário, dinoflagelados, foraminíferos e ostracodos), paleoindicadores que refletem uma assinatura de ambiente pericontinental, de diminuição da profundidade e salinidade.

Estas argilas foram intensamente exploradas para o fabrico de tijolo, em particular na zona de Palença, em Almada (Almeida, 1991).

#### *M<sub>QB</sub> – Areias de Quinta do Bacalhau*

A formação de *Areias de Quinta do Bacalhau* assinala o evento regressivo mais expressivo da sequência deposicional de idade burdigaliana.

Aflora na zona do Castelo de São Jorge, Graça, Penha de França, Areeiro, Rotunda do Aeroporto, Campo Grande e Lumiar e exhibe espessura total da ordem dos 35m.

O conjunto apresenta cor amarelada e é constituído por camadas de areias fluviais com arcose e conteúdo faunístico com predominância de mamíferos. Seguem-se camadas de argilitos de cor acinzentada que exibem impressões vegetais, correspondendo a canais e depósitos de

planície de inundação (Pais *et al.*, 2006). No topo existem níveis de ostras (*Gryphaea gryphoides*) intercalados com estratos argilosos cinzento-escuro e ricos em gesso (Zbyszewsky, 1963).

Esta unidade exhibe uma componente detrítica predominante resultante de erosão e transporte fluvial importante. Nesta época ter-se-ão formado lagunas, separadas pelo mar por cordões de areia (Zbyszewsky, 1964).

Esta unidade foi explorada em inúmeras pedreiras no concelho de Lisboa, designadamente na zona da Bela Vista e Quinta do Lambert.

#### *M<sub>CV</sub> – Calcários de Casal Vistoso*

Os *Calcários de Casal Vistoso* são de idade Burdigaliana a Langhiana e afloram na zona de Alfama, Castelo de São Jorge, Graça, Penha de França, Areeiro e Rotunda do Aeroporto.

Apresentam espessura entre 3 a 12m, com valores mais elevados para E.

A unidade é composta por bancadas carbonatadas compactas ou areníticas intercaladas por grés grosseiro. À semelhança das restantes unidades miocénicas é muito rica em fósseis, donde se destacam moluscos (*Chlamys scabrella*) e algas rodófitas (Pais *et al.*, 2006).

#### *M<sub>Pm</sub> – Areias com Placuna miocenica*

Esta unidade encerra a sequência deposicional de idade burdigaliana e materializa um episódio regressivo.

Os afloramentos estendem-se desde o Castelo de São Jorge, Graça, Alto de São João, Chelas e Rotunda do Aeroporto.

Exibe espessura de cerca de 12m e é representada por areias fluviais de cor amarela onde se observam seixos rolados. Na sequência seguem-se estratos de natureza argiloarenosa com vegetais e ostras onde é comum a ocorrência de pirolusite, o que confere uma cor negra a este nível.

No topo da unidade encontram-se areias bem calibradas, de assinatura eólica, que exibem finos leitos argilosos que poderão indicar a presença de um paleoambiente de duna litoral a deltaico (Pais *et al.*, 2006).

O nível intermédio apresenta cont duo faunístico elevado, onde se destacam faunas de mamíferos, peixes e r pteis, o que reflete uma associação termófila.

A unidade exhibe também fósseis de *Placuna miocenica* que embora não seja a fauna mais abundante, deu o nome   unidade.



### *M<sub>CM</sub> – Calcários de Musgueira*

A formação de *Calcários de Musgueira* é de idade Langhiano ( $\approx 16,4$  Ma) e assenta em descontinuidade sobre a unidade anterior. Corresponde a uma superfície transgressiva.

Aflora na zona do Bairro dos Barbadinhos, Alto de São João, Chelas, Quinta da Conceição, Quinta das Teresinhas até ao Aeroporto.

A sua espessura ronda os 5-6m e é constituída por biocalcarenitos arenosos, esbranquiçados a amarelados. É rica em moluscos e algas rodófitas (Pais *et al.*, 2006).

### *M<sub>VC</sub> – Areias de Vale de Chelas*

Esta unidade materializa a máxima regressão ocorrida no Langhiano.

Aflora na zona da Avenida Afonso XIII, Xabregas, Chelas e Quinta da Graça, prolongando-se para N até à zona do Aeroporto.

As *Areias de Vale de Chelas* exibem espessura da ordem dos 25-35m e são constituídas por estratos predominantemente arenosos. Neles se destacam níveis de areias feldspáticas de origem fluvial, exibindo estratificação cruzada. Ocorrem ainda intercalações de níveis argilo-margosos (Zbyszewsky, 1964), areias finas argilosas e grés calcários-margosos (Zbyszewsky, 1963).

Do conteúdo fossilífero destacam-se jazidas de vertebrados, *Hispanotherium* (rinocerontes), *Megacricetodon primitivus*, *Megacricetodon collongensis* (roedores) (Pais *et al.*, 2006), restos de vegetais, moluscos e ostreídeos que chegam a atingir 50cm e caracterizam a unidade (Zbyszewsky, 1964; Almeida, 1991).

### *M<sub>QC</sub> – Calcários de Quinta das Conchas*

A formação de *Calcários de Quinta das Conchas* é de idade Langhiano Superior a Serravaliano ( $\approx 15,3$  Ma) e representa o início de um novo ciclo transgressivo. Assenta em descontinuidade sobre as *Areias de Vale de Chelas*.

Aflora entre a Av. Afonso III, Xabregas e Chelas e prolonga-se até ao Aeroporto, exibindo espessura da ordem dos 10-12m.

A unidade é constituída por estratos finos de biocalcarenitos margosos, exibindo concentrações de valvas de ostras. Estes alternam com camadas mais espessas de argilas e arenitos argilosos com *Anomia choffati* (Cotter, 1956; Zbyszewsky, 1963; 1964).

Na base, os calcários mais rijos assentam na formação das *Areias de Vale de Chelas*, dando origem a relevos do tipo costeira (Almeida, 1991).

### *M<sub>Xa</sub> – Argilas azuis de Xabregas*

A formação de *Argilas azuis de Xabregas* representa os sedimentos de ambientes mais profundos do Neogénico da Bacia do Baixo Tejo e materializam o maior evento transgressivo de toda a série miocénica.

Afloram na zona de Xabregas, Quinta da Lebre e Poço dos Cortes e exibem espessura da ordem dos 17 a 22m.

O conjunto apresenta alternância de níveis silto-argilosos e areias finas de cor cinzenta azulada. A unidade é muito rica em moluscos, foraminíferos e ostracodos (Almeida, 1991; Pais *et al.*, 2006).

### *M<sub>Gr</sub> – Grés dos Grilos*

A formação *Grés dos Grilos* é de idade Langhiano Superior a Serravaliano ( $\approx 12,7$  Ma) e exhibe espessura total de 10-12m.

Aflora na zona do Beato, Poço do Bispo, prolongando-se para N em direção aos Olivais e Bairro da Encarnação.

A unidade exhibe uma tonalidade amarelada e é constituída por biocalcarenitos e arenitos grosseiros, rijos, com fragmentos de moluscos e equinodermes (Pais *et al.*, 2006), intercalados com finas camadas de natureza argilosa. Os tons amarelos e avermelhados devem-se à presença de óxidos de ferro, que permite a sua distinção da unidade anterior (Almeida, 1991).

### *M<sub>Mv</sub> – Calcários de Marvila*

Esta unidade representa o início de uma nova sequência deposicional e materializa um evento transgressivo. É de idade Serravaliano Superior a Tortoniano Inferior ( $\approx 11,6$  Ma)

Atinge cerca de 12m de espessura e aflora na zona de Marvila e Poço do Bispo, prolongando-se para o Bairro da Encarnação.

A unidade é composta por biocalcarenitos grosseiros e muito compactos, ricos em moluscos, passando para o topo a arenitos finos silto-argilosos de cor amarelada e argilas siltosas cinzentas ricas em ossos de cetáceos (Pais *et al.*, 2006).

Foram também encontrados nestes sedimentos dentes de mastodonte (Zbyszewsky, 1964).

### *M<sub>BP</sub> – Areolas de Braço de Prata*

As *Areolas de Braço de Prata*, de idade Serravaliano Superior e Tortoniano Inferior afloram na zona do Poço do Bispo e Braço de Prata.

Atingem cerca de 20-25m de espessura e são constituídas por arenitos e areias finas alternados com bancadas pouco espessas de calcários margosos a gresosos, muito fossilíferos. Destaca-se a presença de *Chlamys macrotis* (Zbyszewsky, 1963; 1964; Pais *et al.*, 2006).

Estes sedimentos refletem a presença de um mar profundo ou um golfo que recebia aporte de sedimentos detríticos provindos do continente.

#### *M<sub>CR</sub> – Areolas de Cabo Ruivo*

Esta unidade materializa o topo do Miocénico e aflora na zona de Cabo Ruivo.

Exibe uma espessura total de 7-8m na zona de Lisboa e é constituída por bancadas de areias e arenitos argilosos amarelados, finos a médios, intercalados com níveis de argilitos micáceos de tom anegrado. No topo afloram biocalcarenitos grosseiros com abundantes fósseis de gastrópodes (Zbyszewsky, 1963; Pais *et al.*, 2006).

Distinguem-se da unidade anterior pela sua tonalidade mais escura e carácter mais argiloso (Almeida, 1991).

#### ***3.4.5. Sistema Quaternário – Série Holocénico***

O Sistema Quaternário caracteriza-se, em geral, por um movimento regressivo não contínuo, em que os diversos avanços e recuos no nível médio de mar permitiram a acumulação de depósitos nas zonas mais baixas. É também no Quaternário, e na sequência da descida do nível do mar, que ocorre o entalhe da foz das principais linhas de água (Lopes, 2001).

Na região de Lisboa os depósitos quaternários são representados pelos depósitos de aterro e aluviões.

#### *a – Aluviões e/ou aterros*

As aluviões incluem os depósitos associados ao Rio Tejo e às linhas de água subsidiárias (Ribeira de Alcântara, Benfica, Campo Grande, Vale do Pereiro, Arroios, Chelas, etc).

As litologias e espessuras destes materiais são muito variáveis, podendo variar entre valores centimétricos até 40m para as aluviões do Tejo (Lopes, 2001).

As aluviões do Tejo foram reconhecidas em inúmeras sondagens, nomeadamente nas intervenções do Porto de Lisboa e para a construção das travessias sobre o Tejo. Segundo esses dados, as aluviões atingem espessura da ordem dos 58m na zona do talvegue do Rio Tejo (Zbyszewsky, 1963).

De acordo com informação obtida através de sondagens realizadas na zona do Esteiro da Baixa (Almeida, 1991), a espessura aluvionar atinge profundidades da ordem dos 40m e resulta do entalhe na foz das linhas de água subsidiárias.

Do ponto de vista litológico nas aluviões do Tejo predomina a fácies lodosa, com abundante matéria orgânica, e arenosa (mais lavada). Na base é comum a ocorrência de fácies mais grosseira, com areias por vezes conglomeráticas, tornando difícil a separação desta formação das unidades miocénicas, que na maioria dos casos exibem topos descomprimidos. Estas aluviões apresentam também variações de composição, consistência e compacidade e é comum a ocorrência de fragmentos de conchas (Almeida, 1991).

Segundo Almeida (1991), as aluviões associadas às linhas de água subsidiárias são difíceis de caracterizar devido à atividade antrópica que culminou na sua impermeabilização.

Estas refletem a erosão do substrato por onde circulam logo são compostas por litologias diversas. Contêm frequentemente matéria orgânica e são, de forma geral, mais arenosas que as aluviões do Tejo (Almeida, 1991).

A partir de dados de sondagens realizadas na cidade foi possível estimar a sua espessura tendo-se chegado a valores médios da ordem dos 5-10m, função da litologia e morfologia do vale.

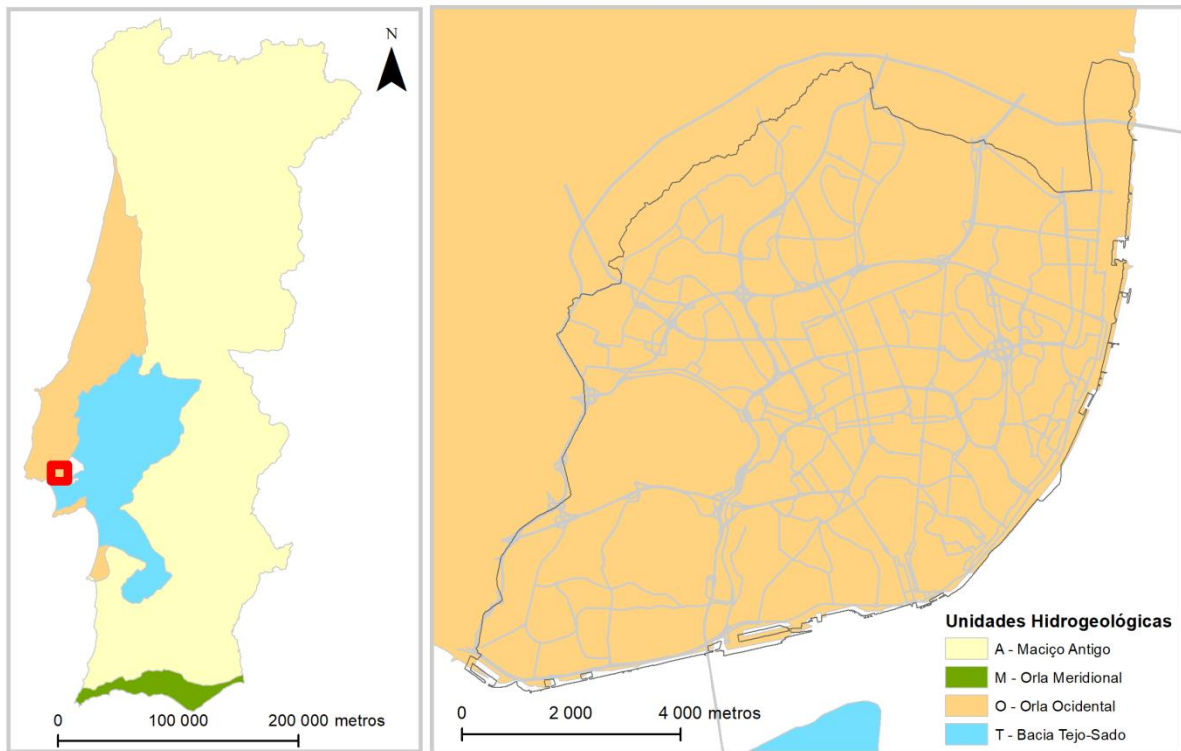
Os aterros são depósitos muito heterogéneos e de espessura muito variável. Como resultam da ocupação antrópica contêm inúmeros vestígios dessa atividade.

Em Lisboa os depósitos mais relevantes resultam dos aterros realizados na zona marginal para ganho de terreno ao rio, de enchimentos de zonas onde anteriormente se desenvolviam atividades de exploração de recursos minerais (pedreiras), de modelações de terreno para ganho de cota visando a implantação de novas urbanizações, como por exemplo na zona de Chelas e, depósitos resultantes dos escombros do terramoto de 1755, sob os quais se efetuou a reconstrução da Baixa Pombalina (Almeida, 1991).

Dada a sua elevada heterogeneidade, quer do ponto de vista de composição, quer de espessura, a análise dos depósitos de aterro será explorada no âmbito da presente Tese.

### **3.5. Hidrogeologia**

Segundo informação obtida na plataforma do Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos – SNIRH (2000), a zona de Lisboa está integrada na unidade hidrogeológica designada por Orla Ocidental (Figura 3.19).



**Figura 3.19.** Unidades hidrogeológicas  
(Fonte: SNIRH, 2000)

Na Orla Ocidental ocorrem sistemas aquíferos importantes associados às formações calcárias e detríticas. Mais especificamente na zona de Lisboa estes sistemas encontram-se restritos às formações carbonatadas cretácicas (sistemas cársicos) e aos sedimentos miocénicos (sistemas porosos).

Nos sistemas cársicos a fracturação e a espessura condicionam a existência de aquíferos e o escoamento efetua-se ao longo das fraturas e cavidades, provocando a dissolução dos materiais. É comum a ocorrência de nascentes e de fenómenos de artesianismo.

Nos sistemas porosos as variações laterais e principalmente verticais na fácies geológica individualizam comportamentos hidrogeológicos distintos, criando por vezes alternâncias de aquíferos, aquíferos confinados e aquíferos não confinados dando origem aos sistemas aquíferos multicamada, como é o caso das formações miocénicas de Lisboa (Pinto, 2003; Almeida *et al.*, 2000).

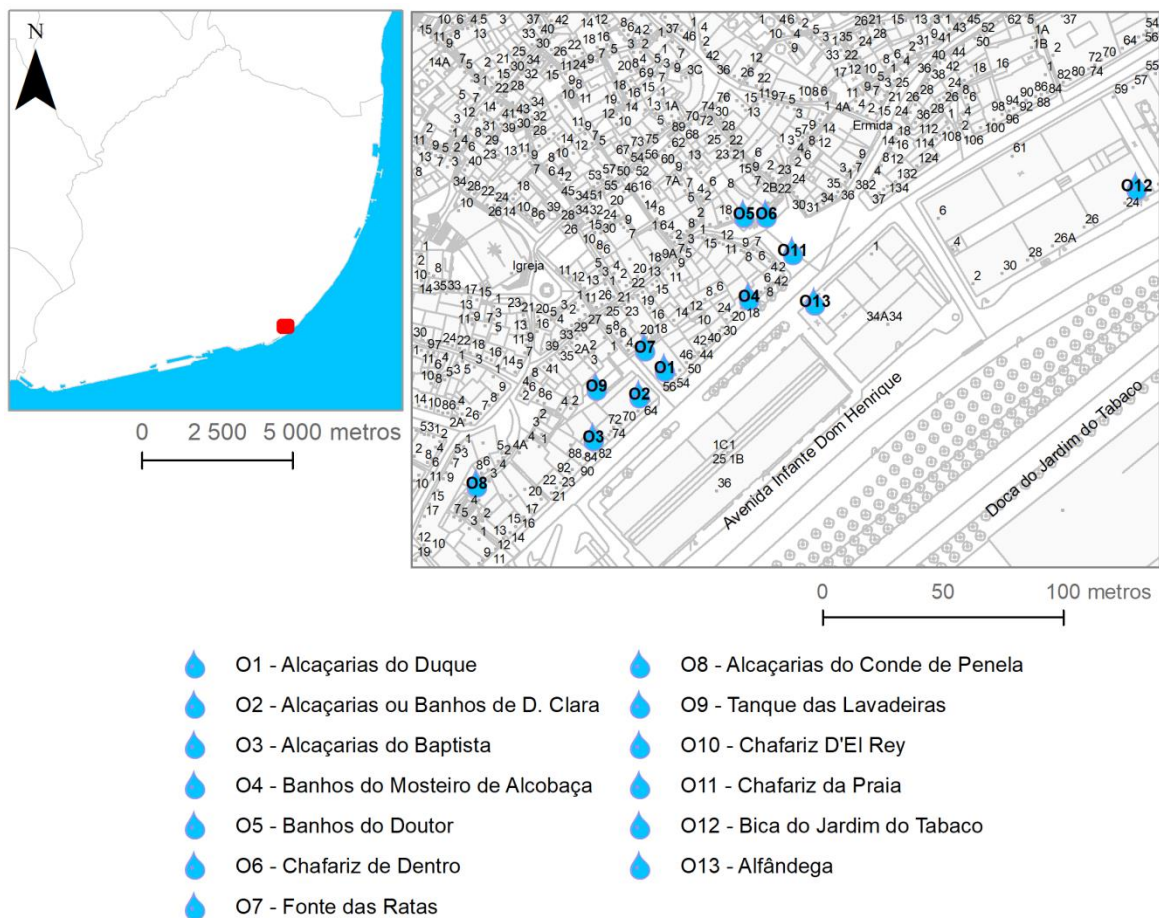
Estes sistemas podem ser livres e confinados e geralmente a percolação efetua-se nas zonas de contraste de permeabilidade, de acordo com o potencial hidráulico local. Neste caso, a porosidade e a espessura são as principais variáveis a considerar.

### 3.5.1. Hidrotermalismo

Na zona de Lisboa existem condições geológicas para a ocorrência de água quente, isto é, água cuja temperatura se encontra acima da temperatura ambiente.

Estas ocorrências podem resultar na exploração de aquíferos clássicos, ou de fluxos de água subterrânea de origem profunda, que aproveitando a fracturação existente e a diferença de pressão, afloram à superfície (Pais *et al.*, 2006). Além da potencialidade geotérmica estas ocorrências podem exibir propriedades mineromedicinais. Destaca-se o furo realizado na zona do Hospital da Força Aérea (Lumiar), que resulta da exploração de um aquífero confinado localizado entre os 1250 e 1470m de profundidade, com água a uma temperatura da ordem dos 50°C.

Exemplo de um recurso proveniente de fluxos de água profunda são as ocorrências hidrominerais artesianas na zona de Alfama (Figura 3.20), que aproveitando um sistema de falhas, afloram à superfície, registando-se nalguns locais temperaturas superiores a 30°C (Ramalho e Lourenço, 2005; 2006).



**Figura 3.20.** Localização das ocorrências hidrominerais existentes na zona de Alfama (Fonte: Relatório de Revisão do Plano Diretor Municipal de Lisboa – Muñoz *et al.*, 2009)

### **3.6. Enquadramento tectónico**

Lisboa situa-se na margem ocidental ibérica e, como acima referido, nela afloram sedimentos datados do Período Cretácico a sedimentos de idade holocénica. Segundo Pais *et al.* (2006), do ponto de vista estrutural e da evolução geodinâmica as formações cretácicas integram a unidade tectono-sedimentar designada por Bacia Lusitânica e as formações de idade compreendida entre o Paleogénico e o Holocénico inserem-se na unidade designada por Bacia do Baixo Tejo.

A Bacia Lusitânica desenvolveu-se durante a Era Mesozoica em regime extensivo associado à abertura do Atlântico Norte e corresponde a uma estrutura complexa subsidente, alongada na direção N-S, que evoluiu ao longo de três episódios de *rifting* (no Triásico, Sinemuriano-Caloviano e Oxfordiano) (Carvalho *et al.*, 2005; Kullberg *et al.*, 2006; Pais *et al.*, 2006; Martins *et al.*, 2010). No Cretácico Inferior ocorreu um 4.º episódio de *rifting* que afetou essencialmente a Bacia de Peniche, situada a ocidente da Bacia Lusitânica. A estrutura resultante exibe as direções herdadas do soco varisco.

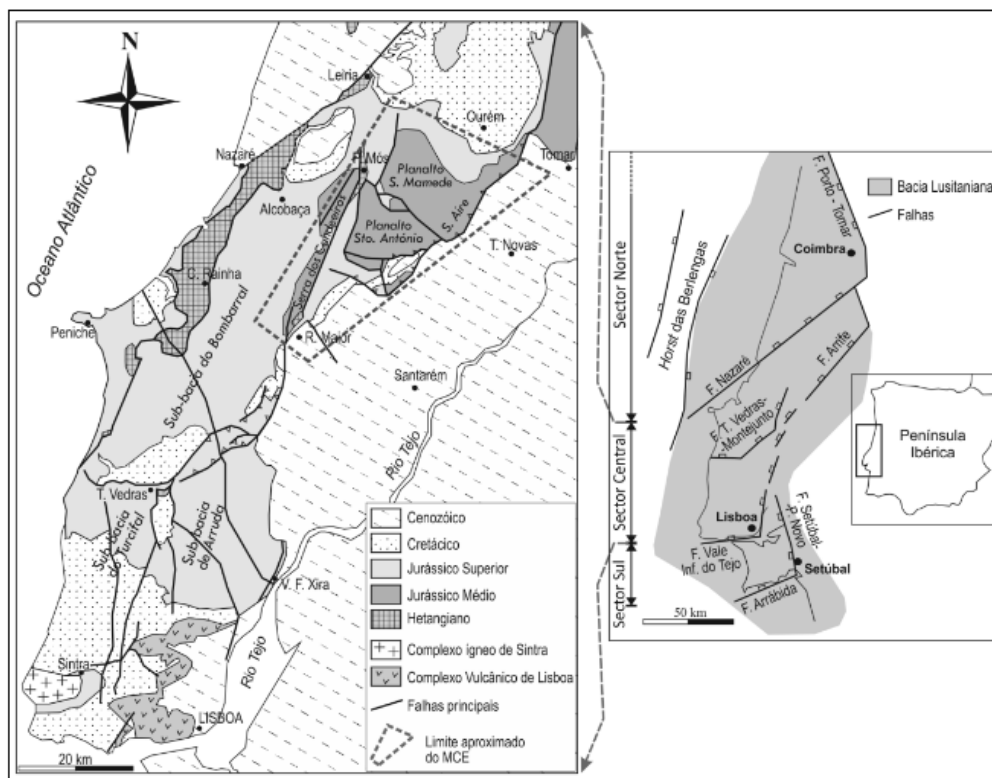
Esta evolução em tectónica distensiva durou mais de 100 Ma., tendo terminado há cerca de 120 Ma (no Cretácico Inferior). Contudo, uma vez que a cidade de Lisboa assenta sobre formações de idade inferior a 100 Ma, são poucas as evidências desta fase evolutiva (Terrinha *et al.*, 2010).

A passagem do Cretácico Inferior ao Superior ocorreu há cerca de 100 a 97 Ma, na sequência de um episódio transgressivo de origem eustática a que se seguiu subsidência regional. Este episódio culminou na deposição das Formações de Caneças e de Bica (Pais *et al.*, 2006).

No Cretácico Superior ocorreu um importante episódio de atividade magmática alcalina na margem oeste-ibérica, dividido em duas fases. A primeira fase deu-se entre 94 e 88 Ma, limitando-se a intrusões do tipo soleira na região de Lisboa, enquanto a segunda fase envolveu um volume de magma muito superior e ocorreu ente 75 e 72 Ma (Miranda *et al.*, 2009; Martins *et al.*, 2010; Miranda, 2010). Esta tem uma distribuição geográfica superior e é evidenciada por diversos modos de ocorrência como diques, soleiras, chaminés vulcânicas, escoadas basálticas e níveis piroclásticos que constituem o CVL.

Os materiais extrusivos do CVL cobrem geralmente uma superfície de inconformidade talhada nos calcários da Formação da Bica, correspondente a uma superfície erosiva subaérea que limita no topo as formações cretácicas e que condensa uma lacuna estratigráfica com cerca de 20 Ma (Pais *et al.*, 2006; Terrinha *et al.*, 2010).

A atividade tectónica associada à convergência Eurásia-África durante o Paleogénico, que marca o início da Orogenia Alpina na Península Ibérica, originou dobras e falhas que afetaram as formações mesozoicas presentes na Bacia Lusitânica. Estas deformações tectónicas promoveram condições para a sedimentação de materiais detriticos de fácies grosseiras resultantes dos fenómenos erosivos que afetaram os relevos ígneos e sedimentares existentes, originando a deposição da Formação de Benfica. O grande volume de materiais erodidos foi transportado por uma rede hidrográfica que, embora pouco estruturada, exibia elevada capacidade, tendo sido depositado em leques aluviais (Pais *et al.*, 2006). As variações de espessura da Formação de Benfica, assim como as discordâncias intra-formacionais refletem episódios de deformação tectónica ocorridos durante a sedimentação (Terrinha *et al.*, 2010). Durante o Miocénico, na sequência da tectónica transpressiva associada à evolução da Orogenia Alpina, assiste-se a um processo de subsidência que origina a depressão tectónica de direção NE-SW designada por Bacia do Baixo Tejo (Pais *et al.*, 2006; Teves-Costa e Batlló, 2010c; Cabral *et al.*, 2013; Custódio *et al.*, 2015). O contexto transgressivo instalado culminou na deposição de sedimentos de origem marinha na área vestibular do Tejo (S e SW), passando a sedimentos fluviais para o interior (N e NE), que correspondem à série miocénica da região de Lisboa (Simões e Legoinha, 2014) - Figura 3.21.



**Figura 3.21.** Enquadramento tectónico do maciço calcário estremenho e da região de Lisboa (Fonte: adaptado de Kullberg, 2000)



No Pliocénico ocorre a deposição de sedimentos fluviais numa vasta planície aluvial associada a um “pré-Tejo”, verificando-se no Quaternário o desenvolvimento e instalação da rede hidrográfica atual, condicionada por uma descida do nível do mar (devido à subida regional do continente), episódio visível pelo encaixe fluvial e a presença de terraços fluviais evidentes na topografia (Pais *et al.*, 2006; Figueiredo *et al.*, 2013).

### 3.6.1. Estrutura

Segundo Pais *et al.* (2006), a estrutura geológica da região de Lisboa resulta da evolução geodinâmica anteriormente descrita, muito condicionada pela fase de inversão tectónica ocorrida no Neogénico. Esta originou estruturas em regime de deformação dúctil, afetando essencialmente as formações miocénicas, e em regime frágil, afetando as formações cretácicas e fini-cretácicas, para além das cenozoicas suprajacentes.

Através da Notícia Explicativa da Folha 34-D (Lisboa) da Carta Geológica, na escala 1:50.000 (Pais *et al.*, 2006) foram identificadas as principais estruturas regionais, podendo existir outras, não identificadas, que se encontram cobertas pela densa urbanização.

Segundo aqueles autores, as principais estruturas originadas em regime dúctil constituem dobramentos de eixo E-W, visíveis no setor ocidental de Lisboa e um monoclinal de direção aproximadamente N-S, no sector oriental, designadamente:

- Benfica – Carnide – Musgueira - Sinclinal com um eixo de direção SSW-NNE, mergulhante para NNE; este sinclinal exhibe uma ligeira perturbação em antifórma na zona S, que origina o afloramento de sedimentos paleogénicos na zona de Telheiras;
- São Domingos de Benfica – Dois sinformas de eixo E-W, separados por uma falha (Falha de Cruz da Pedra) com a mesma orientação, afetando sedimentos miocénicos e paleogénicos;
- Doma de Monsanto – Doma alongado na direção E-W que afeta as formações desde o Cretácico ao Miocénico; observa-se uma inconformidade entre os sedimentos miocénicos e os paleogénicos, que desaparecem para S do eixo da dobra.
- Campo Grande – As dobras passam a uma estrutura monoclinal de direção N-S, com inclinações da ordem dos 10° ou inferiores para E. Afetam as formações miocénicas que mergulham sobre as formações aluvionares do Tejo na zona oriental.

Relativamente à deformação frágil, Pais *et al.* (2006) descrevem diversas falhas na área de Lisboa, afetando preferencialmente as formações cretácicas. Os acidentes tectónicos podem ser divididos em três grupos principais:

- Falhas de orientação NE-SW – Destacam-se a falha da Ajuda e a do Alto da Boavista (Monsanto); estas falhas correspondem à direção dos canhões submarinos de Lisboa e Cascais e cortam exclusivamente as formações cretácicas;
- Falhas de orientação NW-SE – Correspondem a numerosas estruturas de pequeno comprimento que afetam predominantemente as formações cretácicas na área de Lisboa, apresentando evidências de desligamento direito;
- Falhas de orientação WNW-ESE a E-W - Correspondem à outra direção principal exibida pelas estruturas que se registam em Lisboa e afetam sedimentos miocénicos; esta direção está representada por três falhas:
  - *Falha da Cruz da Pedra* - Põe em contacto sedimentos paleogénicos com sedimentos miocénicos; terá sido ativada no miocénico em transpressão esquerda;
  - *Falha do Calhariz de Benfica* – Afeta rochas do Complexo Vulcânico de Lisboa e da Formação de Benfica; no setor oriental a falha não produz rejeitos detetáveis na cartografia, expressando-se como um sinclinal nos sedimentos terciários.
  - *Falha meridional de Monsanto* – Coloca em contacto as formações do Cenomaniano com as rochas do CVL; como as duas falhas anteriores, terá sido provavelmente reativada durante o Miocénico em regime transpressivo esquerdo.

A presença de falhas na série sedimentar miocénica é menos comum, sendo as existentes de pequena dimensão e direção aproximadamente N-S. Excetua-se o Complexo de Falhas de Alfama, de direção variável entre NE-SW e E-W, que condicionam a morfologia local e possibilitam a ascensão de água quente à superfície (Lopes, 2001; Ramalho e Lourenço, 2005; 2006), originando as ocorrências hidrominerais apresentadas no presente capítulo.

Foi ainda detetada uma falha no leito do Rio Tejo, junto à zona do Beato. Esta falha tem direção NE-SW e afeta o miocénico superior com componente inversa. Esta falha foi identificada através de sondagens realizadas na zona da EXPO'98 que identificaram que a mesma se prolonga para N (Almeida e Almeida, 1997).

Além das estruturas frágeis acima mencionadas destaca-se ainda a Falha do Gargalo do Tejo, acidente tectónico de direção E-W, disposto ao longo do troço vestibular do rio Tejo. Segundo Pais *et al.* (2006), o Doma de Monsanto corresponde a um anticlinal relacionado com esta

falha, que terá sido reativada no Neogénico Superior e Quaternário e tem componente de movimento do tipo desligamento direito.

Pensa-se que este acidente tectónico, associado a uma fase de levantamento da área continental, poderá ter estado na origem do processo de entalhe e captura que culminou na mudança de direção do percurso do Rio Tejo, que a montante do Mar da Palha exhibe direção NNE-SSW, passando a E-W a jusante.

Segundo a Notícia Explicativa da Folha 34D as evidências da presença desta falha junto à superfície são escassas, assim como as evidências de atividade tectónica, devendo tratar-se de uma falha postulada, em profundidade, mas que carece de confirmação.

### **3.7. Sismicidade**

Ao longo dos séculos a cidade de Lisboa tem sofrido os efeitos de alguns eventos sísmicos de grande magnitude que produziram intensidades elevadas na região metropolitana.

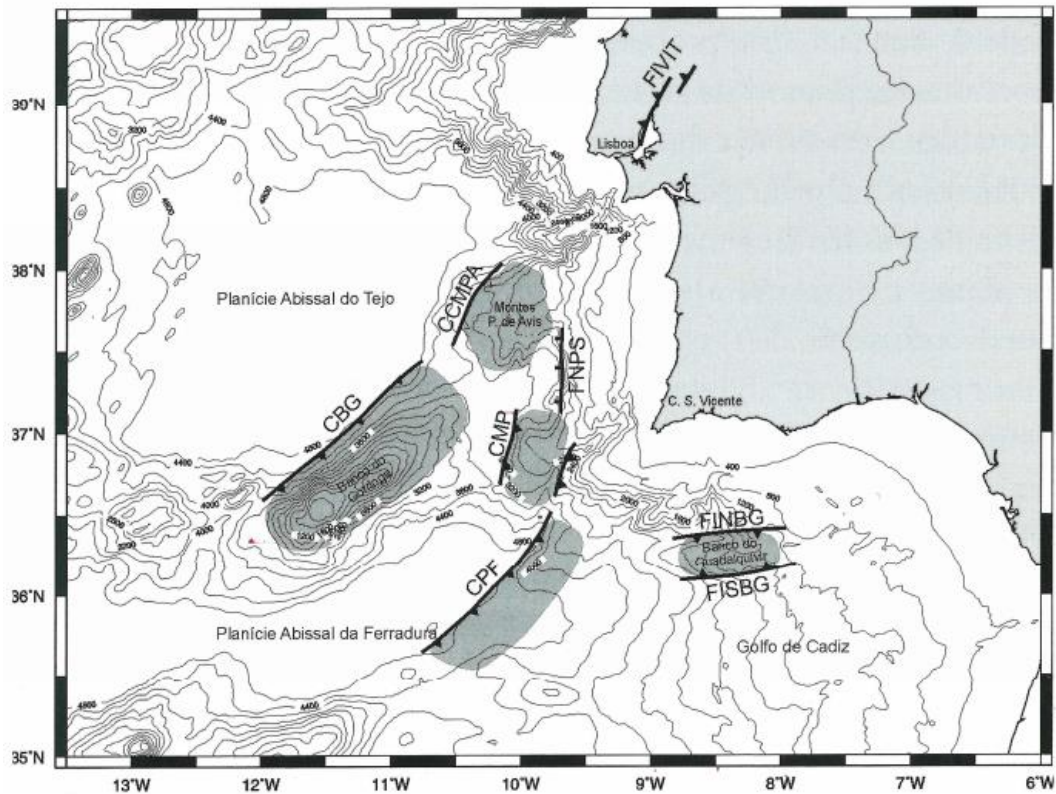
Para o estudo da sismicidade na cidade de Lisboa os relatos referentes aos sismos históricos assumem particular relevância, na medida em que os eventos que causaram mais danos ocorreram antes de 1910, isto é, antes da época instrumental (Moreira, 1984; 1991).

As fontes sismogénicas passíveis de afetar Lisboa podem ser distantes, localizando-se na zona de fronteira entre a Placa Núbica e a Microplaca Ibérica, a S e SW do território continental, gerando sismicidade interplacas, e podem ser próximas, localizando-se já no interior da Microplaca Ibérica, particularmente na região do Vale Inferior do Tejo, gerando sismicidade intraplaca (Figura 3.22).

O sistema de falhas do Vale Inferior do Tejo é uma das estruturas complexas passíveis de gerarem eventos sísmicos com impacto na cidade de Lisboa, pela sua proximidade e pela dimensão dos sismos que tem capacidade de originar (Cabral, 1995; Cunha *et al.*, 2012).

Como fontes distantes destacam-se diversas falhas ativas presentes na zona de fronteira entre as placas Núbica e Eurásia, nomeadamente a SW do litoral meridional português e no Golfo de Cádiz, e as falhas ativas localizadas na região S do território continental português.

Esta atividade sísmica resulta da convergência entre as placas Núbica e Eurásia a uma velocidade de 4-5mm/ano na direção NW-SE neste setor da fronteira de placas Açores-Gibraltar (Cabral, 2003; 2012; Duarte *et al.*, 2011; Figueiredo *et al.*, 2013).



**Figura 3.22.** Estruturas sismogénicas da margem continental SW-Ibérica (FVIT – Sistema de falhas do Vale Inferior do Tejo; CMP – Falha do Marquês DE Pombal; FINBG e FISBG – Sistema de Falhas de Guadalquivir; FNPS – Falha de Pereira de Sousa; CPF – Falha da Ferradura; CBG – Banco de Goringe) (Fonte: Ribeiro (2005), citado por Carvalho, 2007)

### 3.7.1. Sismicidade histórica

A sismicidade histórica inclui o estudo de documentos históricos e outro tipo de registo, tais como inscrições em monumentos, relatos obtidos por transmissão oral, etc.

O primeiro sismo de que há testemunho terá ocorrido em 63 a.C. e foi descrito por Frei Bernardo de Brito em 1609 na “*Monarchia Lusitana*”. De acordo com o cronista terá afetado as costas portuguesas e da Galiza. Este sismo foi acompanhado por um tsunami e, segundo a fonte, “*o mar saindo em algumas partes dos seus ordinários limites, ocupou muita parte da terra, deixando-a em outros lugares descoberta, onde nunca mostrara sinais de a poder haver*”. (Senos e Carrilho, 2003).

Em 382 d.C. terá ocorrido outro sismo, com epicentro provável a SW do Cabo de São Vicente, a que se seguiu um tsunami. Segundo os relatos o tsunami terá causado o desaparecimento de algumas ilhas ao largo do Cabo de São Vicente (Senos e Carrilho, 2003; Baptista e Miranda, 2009).

Em 1344 e 1531 ocorreram dois sismos que provocaram efeitos devastadores na cidade de Lisboa. Segundo diversos autores estima-se que terão tido magnitudes entre 6 e 7 na escala de Richter e origem intraplaca, nomeadamente no sistema de falha do Vale Inferior do Tejo, provavelmente na Falha de Vila Franca de Xira (Teves-Costa *et al.*, 1999; Senos e Carrilho, 2003; Bezzeghoud e Borges, 2003; Moniz, 2010; Batista *et al.*, 2011; Cunha *et al.*, 2012; Cabral *et al.*, 2013; Custódio *et al.*, 2015).

Um dos mais importantes sismos históricos que afetou Lisboa foi o sismo de 1 de Novembro de 1755, cujo epicentro se terá localizado cerca de 100 a 200 km a SW do Cabo de São Vicente (Zitellini *et al.*, 1999; Baptista *et al.*, 2003; Bezzeghoud *et al.*, 2014), possivelmente de rotura múltipla na falha Marquês de Pombal e na falha da Ferradura, embora a origem deste sismo suscite muitas dúvidas na comunidade científica (Borges *et al.*, 2001; Zittellini *et al.*, 2001; Baptista *et al.*, 2003; Fernandes *et al.*, 2007; Terrinha *et al.*, 2009; Duarte *et al.*, 2011).

Estima-se que este sismo teve uma magnitude de momento ( $M_w$ ) entre 8,5 e 8,7 (Baptista *et al.*, 2003; 2011; Baptista e Miranda, 2009) seguido de um tsunami (Zitellini *et al.*, 2001; Baptista e Miranda, 2009; Rosas *et al.*, 2009; Terrinha *et al.*, 2009; Duarte *et al.*, 2011; 2013) que causou muitas vítimas e por um incêndio que provocou muitos estragos, principalmente na zona da Baixa Pombalina.

O sismo de 1755 causou grande destruição na cidade de Lisboa mas também em todas as localidades costeiras do Sul do país, Espanha e Norte de África (Baptista *et al.*, 2003; Senos e Carrilho, 2003;). Foi o primeiro do mundo a ter uma descrição científica, não só devido ao trabalho de Marquês de Pombal que procurou inquirir a população acerca dos efeitos do sismo, como também pelos diversos cronistas e cientistas que o descreveram (Lopes, 2001).

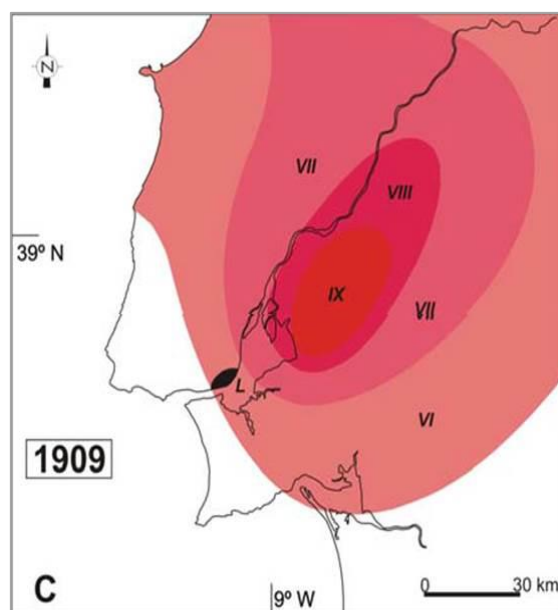
O sismo mais forte ocorrido em Portugal Continental após 1755 foi o sismo de 11 de novembro de 1858. Este sismo teve magnitude estimada de 7,1 (Custódio *et al.*, 2015) e epicentro na plataforma continental a sul de Setúbal, provavelmente no prolongamento meridional da falha de Pinhal Novo ou, eventualmente, no cavalgamento submarino meridional da Cadeia da Arrábida (Moniz, 2010).

O último grande sismo a registar, antes da existência de meios instrumentais, foi o sismo de 23 de abril de 1909, que ocorreu na zona de Benavente e em que os relatos indicam que provocou a subida das águas no Tejo. Este sismo apresentou uma magnitude de momento ( $M_w$ ) próxima de 6,0 (Teves-Costa *et al.*, 1999; 2017; Stich *et al.*, 2005; Cabral *et al.*, 2013) e terá tido origem na região da Falha do Vale Inferior do Tejo (Borges *et al.*, 2001; Lopes,

2001; Teves-Costa *et al.*, 2010; Cunha *et al.*, 2012; Cabral *et al.*, 2013; Custódio *et al.*, 2015; Teves-Costa *et al.*, 2017).

Na sequência deste sismo foram observados fenómenos de liquefação de solos nas planícies fluviais dos rios Tejo e Sorraia (Cabral *et al.*, 2013).

As descrições históricas do sismo de 1909 permitiram traçar curvas isossistas (Figura 3.23) que denotam uma tendência de alongamento das isossistas de intensidade máxima ao longo do Vale Inferior do Tejo e para SW do Mar da Palha (Moniz, 2010).



**Figura 3.23.** Isossistas do sismo histórico de 1909  
(Fonte: Moreira, 1984)

### 3.7.2. Sismicidade instrumental

A primeira estação sismográfica instalada em Portugal foi em Coimbra no ano de 1903. Só após o sismo de 1909 que afetou Benavente é que foi instalada uma estação no Instituto Geofísico Infante D. Luís, em Lisboa, em 1910.

Esta rede foi reforçada com a instalação de uma estação na cidade de Porto (1929) e até à década de 70, apenas estas estações instrumentaram o território português (Senos e Carrilho, 2003; Custódio *et al.*, 2015).

A 28 de Fevereiro de 1969 ocorreu o último grande sismo que afetou Lisboa, com uma magnitude  $M_s$  de 8,0 (Borges *et al.*, 2001; Fernandes *et al.*, 2007; Rosas *et al.*, 2009; Duarte *et al.*, 2011; 2013; Figueiredo *et al.*, 2013). O epicentro localizou-se na Planície Abissal da

Ferradura, a SE do Banco de Gorringe, correspondendo assim a um sismo gerado na zona de fronteira de placas (Zittellini *et al.*, 2001).

Após a ocorrência deste sismo as autoridades consideraram que a rede sismográfica existente não era suficiente e promoveram a instalação de uma rede analógica composta por 9 estações que monitorizavam todo o território português, permitindo complementar a informação obtida pelas outras 3 estações (Custódio *et al.*, 2015). Até à década de 90 esta foi a rede que esteve em funcionamento. Contudo, constatou-se que devido à baixa qualidade da instrumentação utilizada e à grande dispersão das estações, apenas 20% dos eventos ocorridos eram registados (Senos e Carrilho, 2003).

Com o avanço tecnológico foi possível o desenvolvimento de estações sismográficas digitais e em 1994 o Instituto de Meteorologia adquiriu 14 dessas estações que complementaram a rede composta pelas 12 estações analógicas. Um ano depois essa rede foi reforçada com mais 6 estações sismográficas digitais que cobriram toda a área continental e em 2008 foi implementada a rede de banda larga (Custódio *et.al.*, 2015).

Esta otimização da rede sismográfica nacional permitiu ainda um refinamento nos limites de detetabilidade de sismos, sendo atualmente possível detetar sismos de magnitude inferior a 1,5 (Custódio *et. al.*, 2015).

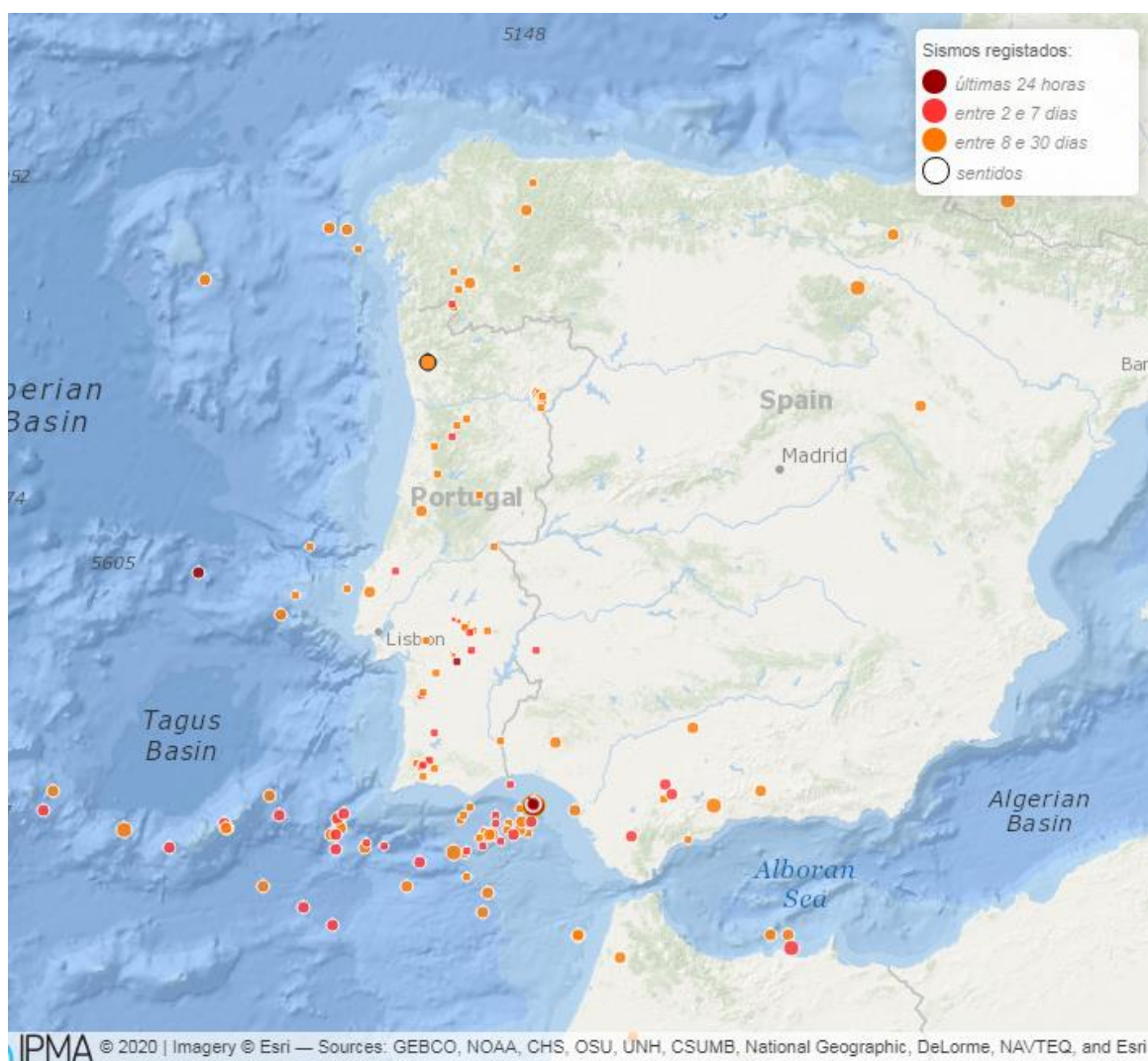
No Quadro 3.02 apresenta-se uma síntese dos sismos detetados nos 3 períodos correspondentes à existência da rede sismográfica analógica, das redes digitais e por fim no período correspondente ao desenvolvimento e implementação da rede de banda larga, respetivamente.

**Quadro 3.02.** Sismos registados pela rede sismográfica nacional  
(Fonte: Custódio *et. al.*, 2015)

<b>N.º anos</b>	<b>Período</b>	<b>Nº sismos registados</b>	<b>Tipo Rede</b>
35	1961 – 1995	2154	Analógica
13	1996 – 2008	6630	Digital
5	2009 - 2013	6096	Banda Larga

O Instituto Português do Mar e da Atmosfera (IPMA), disponibiliza na sua página web informação diária relativa aos sismos detetados na sua rede.

A simbologia associada ao mapa base, identifica numa escala de cores e de dimensão os sismos sentidos em diferentes intervalos temporais, conforme Figura 3.24.

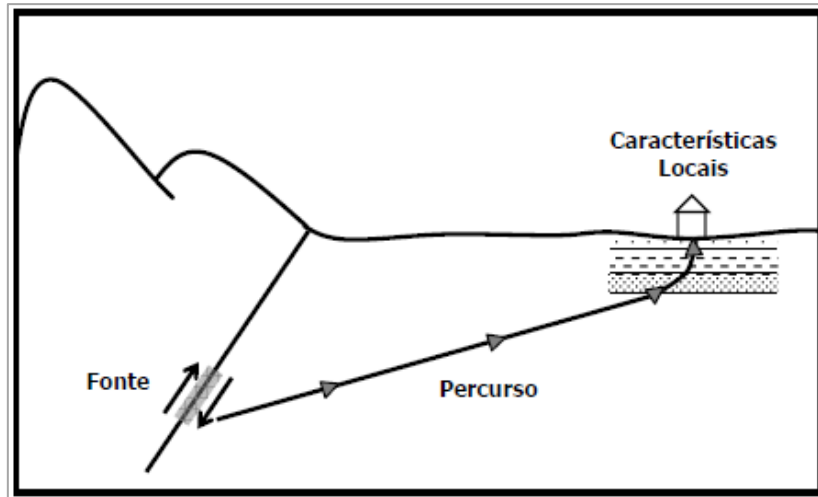


**Figura 3.24.** Sismicidade de Portugal Continental (Data: 02-03-2020)  
(Fonte: IPMA, 2020)

### 3.7.3. Efeitos dos sismos à superfície

Segundo Coelho (1984), para cada uma das fontes sísmicas, características da geração sísmica e distância epicentral, os efeitos à superfície variarão de local para local, podendo ser mais atenuantes ou mais gravosos – efeitos de sítio. Estes efeitos dependerão da estrutura geológica, das características geotécnicas dos materiais, da diretividade e da topografia local (Teves-Costa, 1989; Lopes, 2001) (Figura 3.25).





**Figura 3.25.** Esquema dos fenômenos principais que afetam o movimento sísmico  
(Fonte: Lopes, 2001)

No processo de geração sísmica quando se inicia a rotura na fonte as ondas sísmicas propagam-se de imediato e, ao mesmo tempo, a rotura propaga-se na falha com uma velocidade próxima da velocidade de propagação das ondas S nas formações envolventes. Este facto conduz a um incremento da amplitude das vibrações no sentido da propagação da rotura na falha, por as ondas que vão sendo geradas estarem em fase com as que foram anteriormente geradas. Estas ondas ao efetuarem o percurso vão sofrendo dispersão devido às diferentes velocidades dos seus diferentes tipos e, nas interfaces entre as unidades geológicas, vão-se refratando e refletindo, sofrendo também atenuação geométrica e inelástica.

Para sismos fortes, além da alteração do movimento sísmico à superfície (em particular a sua amplificação em determinadas frequências), os fenômenos de liquefação de materiais arenosos, os fenômenos de mobilidade cíclica e os assentamentos diferenciais, são também efeitos de sítio comuns. Estes últimos dependem de um enquadramento geológico local e particular com a presença de materiais granulares, preferencialmente arenosos, incoerentes e saturados em água.

Decorrente da amplificação ou atenuação das vibrações sísmicas, em locais de relevo acentuado, podem ocorrer efeitos colaterais ou induzidos como os movimentos de massa em vertentes.

De um modo geral e tendo em conta as considerações anteriores, podemos afirmar que a área NW de Lisboa e algumas áreas na zona oriental serão as mais afetadas em caso de sismo uma vez que, como exibem formações geológicas menos competentes que as formações aflorantes no quadrante SW, os efeitos da ação das ondas sísmicas e as consequentes intensidades serão maiores.

O mesmo acontecerá nas formações aluvionares que, dado o baixo grau de consolidação, sofrerão efeitos de sítio resultantes dos fenómenos de amplificação de ondas sísmicas e de eventual liquefação.

Sousa (1909), *citado por* Almeida (1991), procurou avaliar de forma sistemática os danos causados pelo evento de 1755 em alguns edifícios de Lisboa, nomeadamente em igrejas, conventos e palácios e constatou que os edifícios construídos sobre aluviões foram destruídos. O mesmo sucedeu com os edifícios construídos sobre formações arenosas: *Areias com placuna miocénica, Areias da Quinta do Bacalhau e Areolas da Avenida de Estefânia*.

As construções edificadas sobre as formações de Bica e Caneças, do Cenomaniano, e sobre o CVL pouco ou nada sofreram com o abalo sísmico. Com danos consideráveis embora tenham resistido ao sismo encontram-se as construções edificadas sobre as formações dos *Calcários de Musgueira, Calcários de Casal Vistoso, Argilas azuis de Xabregas, Calcários de Entrecampos e Camadas de Prazeres* (Almeida, 1991).

## **PARTE II**

---



## **Capítulo 4 – Instrumentos de gestão territorial**

---

Um dos objetivos do presente plano de estudos é compreender e potenciar a utilização da Geologia Aplicada na definição de medidas que, integradas nos instrumentos de gestão territorial e demais regulamentação, ao nível municipal, concretizem políticas de planeamento e gestão do território. Estas medidas devem ter como premissa o desenvolvimento para supressão de necessidades, atendendo às singularidades do território e sempre que possível, promovendo ações mitigadoras a eventuais condicionantes relacionadas com os riscos naturais e antrópicos.

Neste âmbito torna-se imperativo revisitar os instrumentos legislativos de gestão do território, às diversas escalas, para enquadramento das ações e estratégias a adotar nos capítulos subsequentes.

Nos últimos anos os diplomas que regulam a gestão do território foram alvo de atualizações, visando não só uma adequação às novas realidades territoriais como também a integração de novas diretrizes nacionais, europeias e internacionais.

### **4.1. Lei de bases gerais da política pública de solos, de ordenamento do território e de urbanismo (LBGPPSOTU)**

A Lei de bases gerais da política pública de solos, de ordenamento do território e de urbanismo (Lei n.º 31/2014, de 30 de maio), veio substituir a Lei n.º 48/98, de 11 de agosto e procurou definir as linhas orientadoras à escala nacional, regional e municipal, para o reforço do uso e gestão do solo<sup>1</sup> como fator de coordenação das várias políticas setoriais. Introduziu a distinção regimentar entre programas e planos, os primeiros para enquadramento das intervenções de natureza estratégica a nível nacional e regional e os segundos para enquadrar as intervenções da administração local (Abrantes, 2016).

Esta Lei estabelece, entre outros, a valorização das potencialidades do solo; a garantia do desenvolvimento sustentável; o aumento da resiliência do território aos efeitos decorrentes de fenómenos climáticos extremos; o combate aos efeitos da erosão; a minimização da emissão de gases com efeito de estufa; o aumento da eficiência energética e carbónica; o controlo dos

---

<sup>1</sup> O termo solo apresentado no decorrer do presente capítulo surge num contexto de ordenamento do território.

processos de contaminação do solo, eliminando ou minorando os efeitos de substâncias poluentes; prevenção de riscos coletivos, reduzindo os seus efeitos nas pessoas e bens.

Do elenco dos seus princípios gerais destacamos, pela relevância no âmbito da presente Tese, o princípio da “Responsabilidade”, que a Lei define como “...*garantindo a prévia avaliação das intervenções com impacte relevante no território e estabelecendo o dever de reposição ou de compensação de danos que ponham em causa o património natural, cultural e paisagístico*”.

#### **4.2. Regime jurídico dos instrumentos de gestão territorial (RJIGT)**

Na sequência da revisão da lei de bases geral ocorre, através do Decreto-Lei n.º 80/2015, de 14 de maio, a revisão do RJIGT, que havia sido instituído pelo Decreto-Lei n.º 380/99, de 22 de setembro.

Este instrumento legal define as regras para a articulação entre os programas e planos territoriais e define o regime de elaboração, aprovação, execução e avaliação dos IGT (Abrantes, 2016).

Promove a harmonização dos interesses públicos, com as estratégias que concretizam o modelo de desenvolvimento urbano de cada território, numa ótica de desenvolvimento económico, social e de sustentabilidade no uso eficiente dos recursos.

Define a articulação entre instrumentos, vinculando os programas a nível nacional à definição de regras e princípios a observar pelos programas a nível regional, estes, à definição do quadro estratégico a desenvolver pelos planos municipais e por fim estes instrumentos à concretização das políticas com incidência territorial, assumidas pelos programas de âmbito regional e nacional.

#### **4.3. Programa nacional da política do ordenamento do território (PNPOT)**

Através da Lei n.º 99/2019, de 5 de setembro, foi aprovada a primeira revisão ao PNPOT, cuja versão anterior datava de 2007.

Este Programa ocupa o topo da hierarquia dos instrumentos de gestão territorial e estabelece os objetivos e projetos estruturantes, à escala nacional, que integram a Estratégia Portugal

2030. Concretiza ainda o quadro de referência a considerar na elaboração dos demais programas territoriais constituindo um instrumento de cooperação a nível europeu.

Alguns princípios territoriais patentes no Programa são claramente influenciados por orientações europeias, donde se destaca: a sustentabilidade na utilização dos recursos, designadamente o aproveitamento dos recursos hídricos e minerais; produção de fontes de energia renováveis; acesso sistémico a água potável e tornar as áreas urbanas mais verdes e sustentáveis (Medeiros, 2019).

O PNPOT define ainda o modelo de organização do território nacional, constituindo um instrumento orientador para os demais programas, planos e estratégias visando o desenvolvimento territorial (Medeiros, 2019).

Estabelece dez compromissos para o território:

- Robustecer os sistemas territoriais em função das suas centralidades;
- Atrair novos residentes e gerir a evolução demográfica;
- Adaptar os territórios e gerar resiliência;
- Descarbonizar acelerando a transição energética e material;
- Remunerar os serviços prestados pelo capital natural;
- Alargar a base económica territorial com mais conhecimento, inovação e capacitação;
- Incentivar os processos colaborativos para reforçar uma nova cultura do território;
- Integrar nos IGT novas abordagens para a sustentabilidade;
- Garantir nos IGT a diminuição da exposição a riscos;
- Reforçar a eficiência territorial nos IGT (Neto, 2019).

Estes compromissos serão operacionalizados no modelo territorial, o qual estabelece o modelo de organização espacial, considerando 5 Sistemas: o Sistema Natural, o Sistema Social, o Sistema Económico, o Sistema de Conectividades e o Sistema Urbano.

Esta nova versão procurou ainda a atualização de conceitos, léxico e prioridades temáticas, destacando-se um reforço da diferença e da relação entre os conceitos de ordenamento do território e desenvolvimento regional, que muitas vezes se misturam, conduzindo à descoordenação entre os instrumentos a diversas escalas, perdendo-se as suas dimensões estratégica, operacional e colaborativa (Ferrão, 2019; Fernandes, 2019).

#### **4.4. Programa regional**

De acordo com a nova Lei de Bases e com o novo RJIGT, os anteriores Planos Regionais de Ordenamento do Território (PROT) são reconduzidos a Programas Regionais (PR).

De acordo com o n.º 1 do art.º 52.º do RJIGT, “...os programas regionais definem a estratégia regional de desenvolvimento territorial, integrando as opções estabelecidas a nível nacional e considerando as estratégias sub-regionais e municipais de desenvolvimento local, constituindo o quadro de referência para a elaboração dos programas e dos planos intermunicipais e dos planos municipais.”

Em síntese, os PR visam traduzir, espacialmente, os grandes objetivos de desenvolvimento económico e social sustentável à escala regional.

As competências relativas aos programas regionais são exercidas pelas Comissões de Coordenação e Desenvolvimento Regional (CCDR), as quais podem propor ao Governo que o PR seja estruturado em unidades de planeamento correspondentes a espaços sub-regionais, de que é exemplo a Área Metropolitana de Lisboa (AML).

##### ***4.4.1. PROT da Área Metropolitana de Lisboa (PROT-AML)***

O PROT-AML foi aprovado pela Resolução de Conselho de Ministros n.º 68/2002, de 8 de abril, na vigência do quadro legal anterior.

Antes deste instrumento vigorava o Plano Diretor da Região de Lisboa, produzido em 1964 (Abrantes, 2016). À data de publicação do novo PROT a região da AML apresentava graves desequilíbrios na organização do território, dos quais resultavam zonas de ocupação desordenada contrastantes com áreas despovoadas e abandonadas.

Com o objetivo de constituir um instrumento de planeamento estratégico para a AML este instrumento assenta em quatro pilares:

- Sustentabilidade Ambiental (valorização da água, da paisagem e da rede de áreas, corredores e ligações ecológicas);
- Qualificação metropolitana (desenvolvimento de novas centralidades em articulação com o estuário do Tejo e consolidação de estrutura de acessibilidade);
- Coesão socioterritorial (melhoria da qualidade de vida das populações e igualdade de oportunidades);



- Organização do sistema metropolitano de transportes.

Através da Resolução de Conselho de Ministros n.º 92/2008, de 5 de junho, foi determinado o início da elaboração da alteração ao PROT-AML, cuja necessidade assentava no aprofundamento dos processos de globalização económica e comunicacional e de internacionalização da economia portuguesa e os respetivos impactos num território de capitalidade metropolitana e com funções de charneira euro-atlântica; nos investimentos fortemente reestruturadores em termos territoriais, económicos e de mobilidade, como é o caso do Novo Aeroporto de Lisboa (NAL), das Plataformas Logísticas, da Rede Ferroviária de Alta Velocidade e da Nova Travessia do Tejo, que na época estavam na ordem do dia, bem como nas orientações do PNPOP, entretanto aprovado através da Lei n.º 58/2007, de 4 de Setembro, que estabelecia como diretriz para a elaboração dos IGT que os seus princípios, objetivos e orientações deveriam ser consagrados nos PROT.

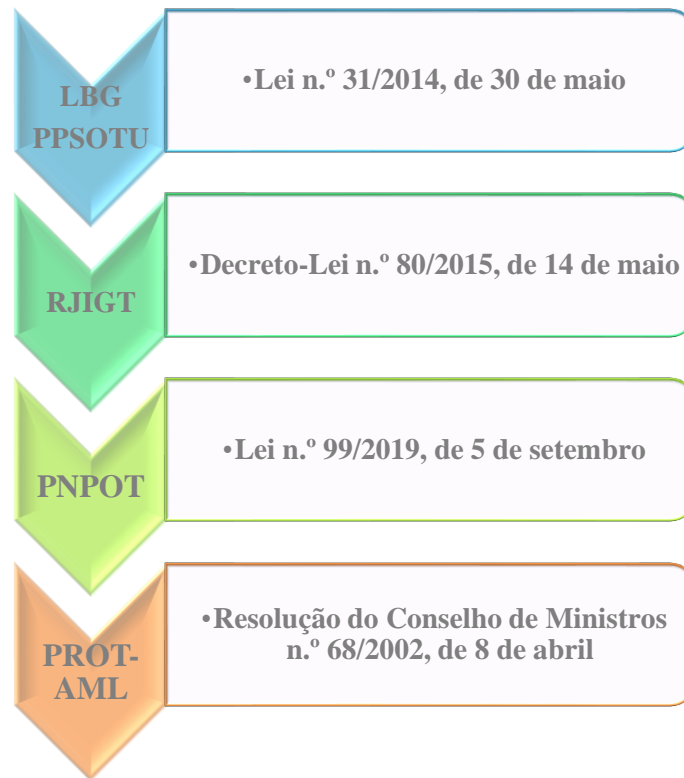
A proposta de alteração ao PROT foi levada à Secretaria de Estado do Ordenamento do Território e das Cidades em 2011, e através do Despacho 10079/2012, de 26 de julho determinou-se a revisão das opções estratégicas e a atualização do modelo territorial (Abrantes, 2016).

A finalização da revisão do Plano não se concretizou, mantendo-se em vigor a versão de 2002.

Tendo em conta as alterações sistémicas dos últimos anos, que culminaram na atualização dos instrumentos que atuam à escala nacional, em contraste com a data de aprovação do PROT-AML, torna-se premente a sua atualização e adequação às novas realidades e políticas setoriais.

Existe ainda outros IGT que atuam à escala nacional e regional, designadamente os Programas e Planos Setoriais e Especiais e os Planos Intermunicipais de Ordenamento do Território contudo, não serão abordados no âmbito da presente Tese uma vez que não têm representação na área geográfica onde a mesma se desenvolve.

Na Figura 4.01 apresenta-se um esquema interpretativo da hierarquia dos diplomas legais e IGT que atuam à macroescala.



**Figura 4.01.** Diplomas legais e IGT a nível nacional e regional  
(Fonte: Legislação dos IGT)

#### **4.5. Plano municipal de ordenamento do território (PMOT)**

Os PMOT são da responsabilidade dos Municípios sendo aprovados por deliberação da Assembleia Municipal. São instrumentos de natureza regulamentar e estabelecem o regime de uso do solo, definindo modelos de ocupação territorial e da organização de redes e sistemas urbanos e, na escala adequada, parâmetros de aproveitamento do solo, vinculando as entidades públicas e os particulares às premissas aí estabelecidas. Têm ainda como objetivo a articulação das políticas setoriais estabelecidas no PNPOT e PROT com as estratégias de desenvolvimento local.

Os PMOT estão sujeitos a dois momentos formais de participação dos cidadãos. O primeiro momento ocorre após a deliberação da câmara municipal, que determina o início da sua elaboração, fixando os respetivos termos e referências, e destina-se à pronúncia dos particulares para a formulação de sugestões e apresentação de informações relativas a quaisquer questões que possam ser consideradas no âmbito do respetivo procedimento de elaboração. O segundo momento ocorre após a emissão do Parecer da Comissão de Acompanhamento, composta por entidades da administração central e local, as quais emitem

sempre o seu Parecer no âmbito de uma conferência procedimental e compreende o período de Discussão Pública, que se destina a dar a possibilidade a qualquer interessado de formular reclamações, observações ou sugestões com vista a corrigir ou introduzir melhorias à proposta de plano.

O início da elaboração do Plano Diretor Municipal deve ser acompanhado pelo Relatório sobre o Estado do Ordenamento do Território (REOT), que deve traduzir o balanço da execução dos programas e planos territoriais e propor medidas em caso de necessidade de revisão dos mesmos.

Os instrumentos à escala municipal são:

- Plano Diretor Municipal (PDM);
- Plano de Urbanização (PU);
- Plano de Pormenor (PP).

#### ***4.5.1. Evolução dos IGT em Lisboa***

Em 1948 surge o primeiro instrumento de planeamento urbano que pensou a cidade de Lisboa como um todo. Intitulava-se Plano Geral de Urbanização e Expansão de Lisboa e foi desenvolvido, durante um período de 10 anos, pelo urbanista Étienne de Gröer e técnicos municipais.

A cidade passa a estruturar-se segundo uma rede viária radiocêntrica, prevendo-se uma distribuição de densidades do centro para a periferia.

Promove-se o desenvolvimento da atividade industrial na zona ribeirinha oriental de Lisboa (associada ao porto e à linha férrea), em contraponto com a área industrial que se havia desenvolvido na zona ribeirinha ocidental a partir do séc. XIX, a construção de uma ponte entre Chelas e Barreiro, a criação do aeroporto terrestre em Lisboa, articulado com o já extinto aeroporto marítimo (Doca dos Olivais) e do Parque do Monsanto, cuja plantação já havia sido iniciada (Soares, 2003).

O principal contributo deste instrumento foi a divisão do território em áreas com diferentes usos, às quais se aplicava legislação específica (CML, 2012) - Figura 4.02.



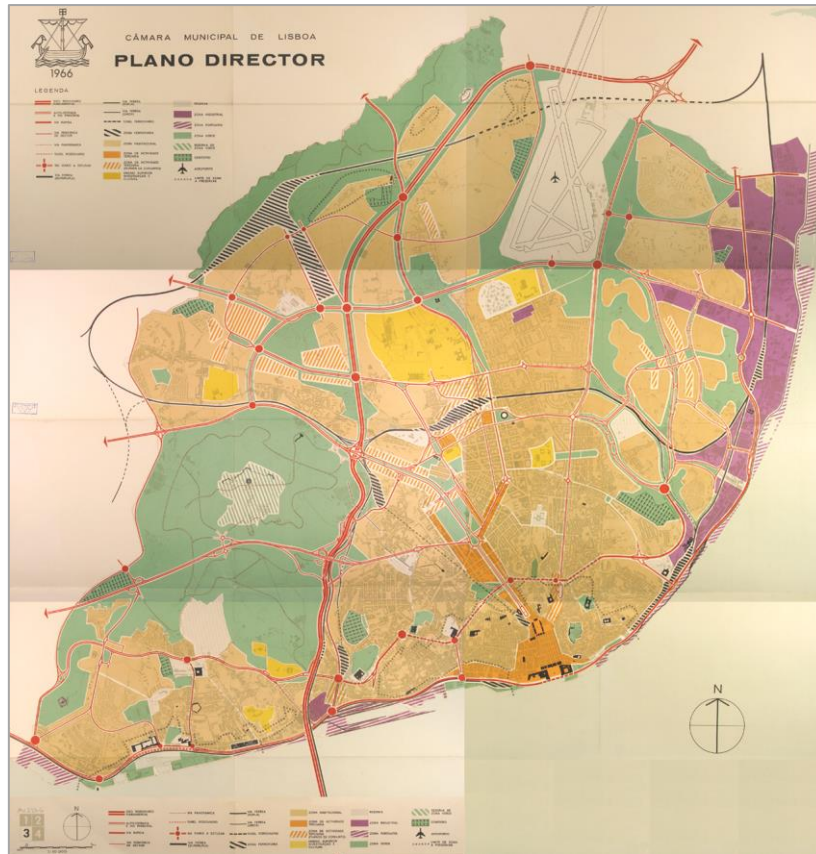
**Figura 4.02.** Plano geral de urbanização e expansão de Lisboa  
(Fonte: CML, 2012)

Em 1954 a CML criou o Gabinete de Estudos de Urbanização com o objetivo de proceder à revisão do instrumento de planeamento aprovado em 1948.

O Plano Diretor da Urbanização de Lisboa entrou em vigor em 1959, mantendo a maioria das propostas anteriores. Destacam-se as seguintes alterações: a localização da Ponte sobre o Tejo (atual ponte 25 de Abril), transferida do corredor Chelas-Barreiro para Alcântara-Almada, e o início da construção de uma autoestrada que contorna o Parque do Monsanto (A5) e outras que permitem o acesso Norte-Sul (A1 e A2).

Em 1967 o arquiteto-urbanista Meyer-Heine promove uma alteração ao Plano Diretor e desenvolve o Plano Geral de Urbanização de Lisboa. Este instrumento entra em vigor em 1977 com o objetivo do enquadramento da nova realidade urbana resultante do aumento do tráfego automóvel e o arranque da rede do metropolitano que motiva a criação de novas centralidades, nomeadamente um eixo entre a Baixa e o Saldanha.

Este IGT promoveu a definição das primeiras unidades base de planeamento – Unidades de Ordenamento do Território (Soares, 2003) - Figura 4.03.



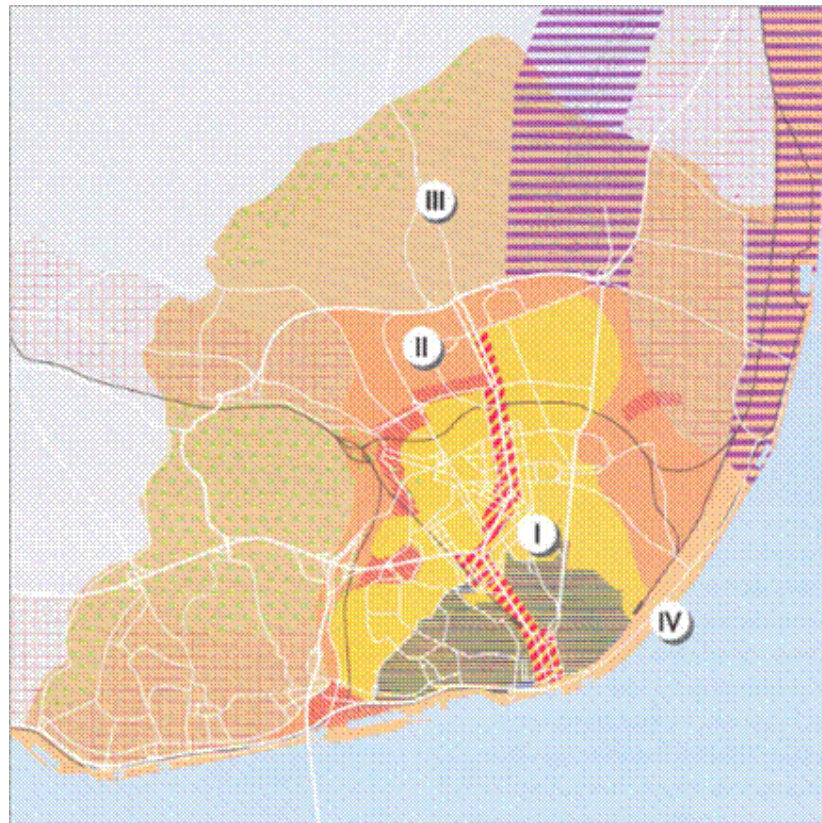
**Figura 4.03.** Plano geral de urbanização da cidade de Lisboa  
(Fonte: CML, 2012)

O Decreto-Lei 69/90 de 2 de março, define a obrigatoriedade de realização dos PDM tendo sido esta década rica na produção de planos (Soares, 2003; Abrantes, 2016).

Em 1990 a CML aprova as bases para a elaboração do Plano Estratégico de Lisboa e do PDM, que definiam os princípios orientadores e prioritários para Lisboa.

O PEL foi aprovado em Sessão de Câmara a 9 de junho de 1992 como o objetivo de definir, para um intervalo temporal de 10 anos, as linhas orientadoras do ordenamento e desenvolvimento da cidade de Lisboa, envolvendo uma partilha de responsabilidades entre os agentes do setor público e privado que atuam na cidade.

Este Plano introduziu alguns conceitos e estratégias ainda hoje adotadas, nomeadamente, atrair população para residir e trabalhar em Lisboa, tornar a cidade competitiva e uma capital metrópole e promover a modernização e eficiência da administração, potenciando a participação pública. O modelo de ordenamento patente neste Plano constituiu uma inovação no que se refere aos planos estratégicos existentes na Europa, integrando 4 unidades territoriais homogêneas, com necessidades específicas (Figura 4.04).



- I Área Central de Lisboa – *Centro da Cidade e AML*
- II Chameira Urbana – *Arco Terciário Direcional*
- III Coroa de Transição – *Articulação Metropolitana*
- IV Arco Ribeirinho – *Ligação da Cidade com o Rio*
- Área Histórica Central
- Eixo de Terciário Existente
- Áreas de Expansão de Terciário
- Área de Contínuo Urbano Intermunicipal
- Área de Usos Especiais
- Área Verde

**Figura 4.04.** Plano estratégico de Lisboa  
(Fonte: CML, 2012)

Este plano estava projetado para definir a estratégia até ao ano 2000, contudo na década de 90 ocorreram mudanças importantes ao nível da rede de saneamento, rede viária, estrutura verdes

e recolha de resíduos sólidos urbanos, sendo de destacar a requalificação da zona ribeirinha pela Administração do Porto de Lisboa (APL) e em particular na zona oriental da cidade de forma a acolher a Exposição Mundial de 1998 (CML, 2012).

Em 1994 é aprovado o PDM de Lisboa (Resolução do Conselho de Ministros n.º 94/94, de 29 de setembro), com o intuito de traduzir as opções e conceitos urbanísticos desenvolvido no Plano Estratégico de Lisboa de 1992, designadamente o modelo baseado nas 4 unidades territoriais: o sistema de transportes, o ordenamento das atividades terciárias, a estrutura verde de Lisboa e o conceito de núcleos de interesse histórico.

O modelo deste plano introduziu uma política coerente e articulada de reabilitação urbana dos bairros históricos da cidade e veio promover a priorização da habitação como função dominante, em particular na área central.

Manteve o conceito do Plano Geral de Urbanização da cidade de Lisboa de promover a circulação radiocêntrica na cidade e criou o corredor verde de ligação entre o Parque Eduardo VII e Monsanto, por abandono da ideia de prolongamento da Avenida da Liberdade. Introduziu igualmente o conceito do sistema de vistas e densificou a identificação de bens culturais.

Este IGT, embora composto por várias peças desenhadas, constitui essencialmente um suporte regulamentar para a gestão da cidade. Os objetivos estratégicos inerentes ao modelo territorial são apresentados nas diversas plantas, contudo, por insuficiência de enquadramento legal à época e por falta de levantamento cadastral, o plano não se encontrava adequado para a gestão de áreas não consolidadas (reconversão urbanística), remetendo essa matéria para a elaboração de PU ou PP.

Apesar da obrigatoriedade legal de revisão dos PDM 10 anos após a sua publicação, este instrumento, embora com inúmeras alterações, esteve em vigor até 2012.

Em 2002 a CML promove um estudo visando a definição da nova visão estratégica para o horizonte temporal 2002-2012. Não se tratou de um 2.º Plano Estratégico, pois não houve partilha de responsabilidade entre os diversos setores, não foi constituído o Conselho Participativo e, com o novo enquadramento dado pela Lei de Bases Gerais, os Planos Diretores Municipais tornaram-se os instrumentos por excelência onde a materialização da estratégia de desenvolvimento local deveria constar.

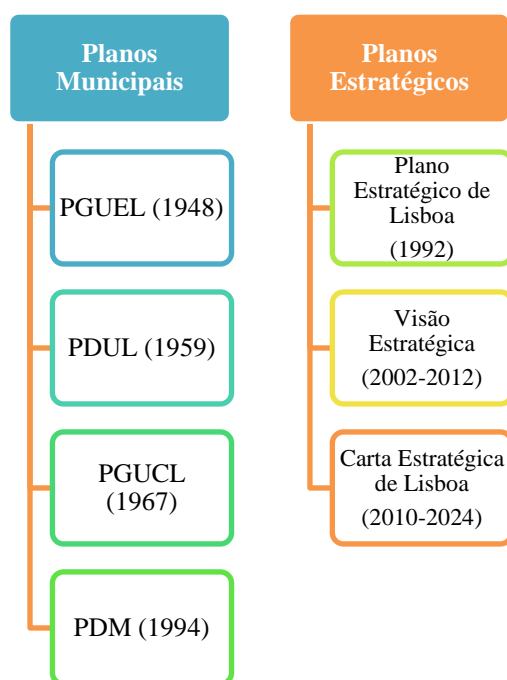
Ainda assim, este plano visou a condução da política local de ordenamento e desenvolvimento da cidade, garantindo a coerência dos eixos de desenvolvimento e a sua permanência no tempo, independentemente das estratégias dos executivos.

Cidade de Bairros, Cidade de Empreendedores, Cidade de Culturas e Cidade de Modernidade e Inovação eram os quatro eixos em que a Visão Estratégica 2002-2012 assentava (CML, 2012).

A par do desenvolvimento deste documento iniciou-se o processo de revisão do PDM de 94. O processo foi amplamente participado e contou com a realização de vários *workshops* temáticos e de diversos encontros e fóruns de discussão. Contudo, só em 2012 foi aprovado um novo PDM.

Na ótica do planeamento estratégico Lisboa dispõe ainda de mais um documento, intitulado Carta Estratégica de Lisboa 2010-2024 que pretende responder aos desafios atuais nas áreas do Ambiente, Clima e Energia, Cultura, Desenvolvimento Local, Desporto, Direitos Sociais, Economia e Inovação, Educação, Higiene Urbana, Mobilidade, Planeamento, Urbanismo, Proteção Civil e Segurança (CML, 2012).

Através da Figura 4.05 sintetiza-se a evolução dos diversos instrumentos de planeamento para a cidade de Lisboa, antes da aprovação do atual PDM.



**Figura 4.05.** Evolução dos IGT em Lisboa  
(Fonte: CML)



#### **4.5.2. Plano diretor municipal de Lisboa (PDML)**

Através da Deliberação n.º 46/AML/12, de 24 de julho, a Assembleia Municipal de Lisboa, aprovou a Revisão do Plano Diretor Municipal de Lisboa (Aviso n.º 11622/2012).

Este Plano assume-se como um instrumento de política procurando uma definição de linhas de orientação estratégicas que passam pela flexibilização de normas relativas a usos das edificações, numa lógica de multifuncionalidade dos vários setores da cidade, mas numa regulação mais apertada relativamente à proteção dos valores naturais e culturais.

Pela primeira vez aparecem identificados valores geológicos, como as ocorrências hidrominerais de Alfama, os Geomonumentos e respetivas zonas de proteção.

Em contraponto com a estrutura regulamentar usual, que apenas regula o que se pode e não pode executar, este PDML cria um sistema de incentivos, referentes à adoção de comportamentos que contribuam para a execução de objetivos estratégicos, que se revelam mais exigentes para os promotores quando comparado com o que legalmente se exige.

É ainda o primeiro PMOT que vai incorporar na sua cartografia, traduzido na respetiva regulamentação, um conjunto de riscos naturais e antrópicos, entre os quais, deslizamentos, inundações, sismos, efeito de maré direto e incêndios florestais.

O PDML assenta em 7 objetivos estratégicos para o horizontal temporal 2012-2022, que se concretizam através de inúmeros programas definidos pela CML, cuja premissa assenta nos vetores *reutilizar, reabilitar e regenerar* e que são:

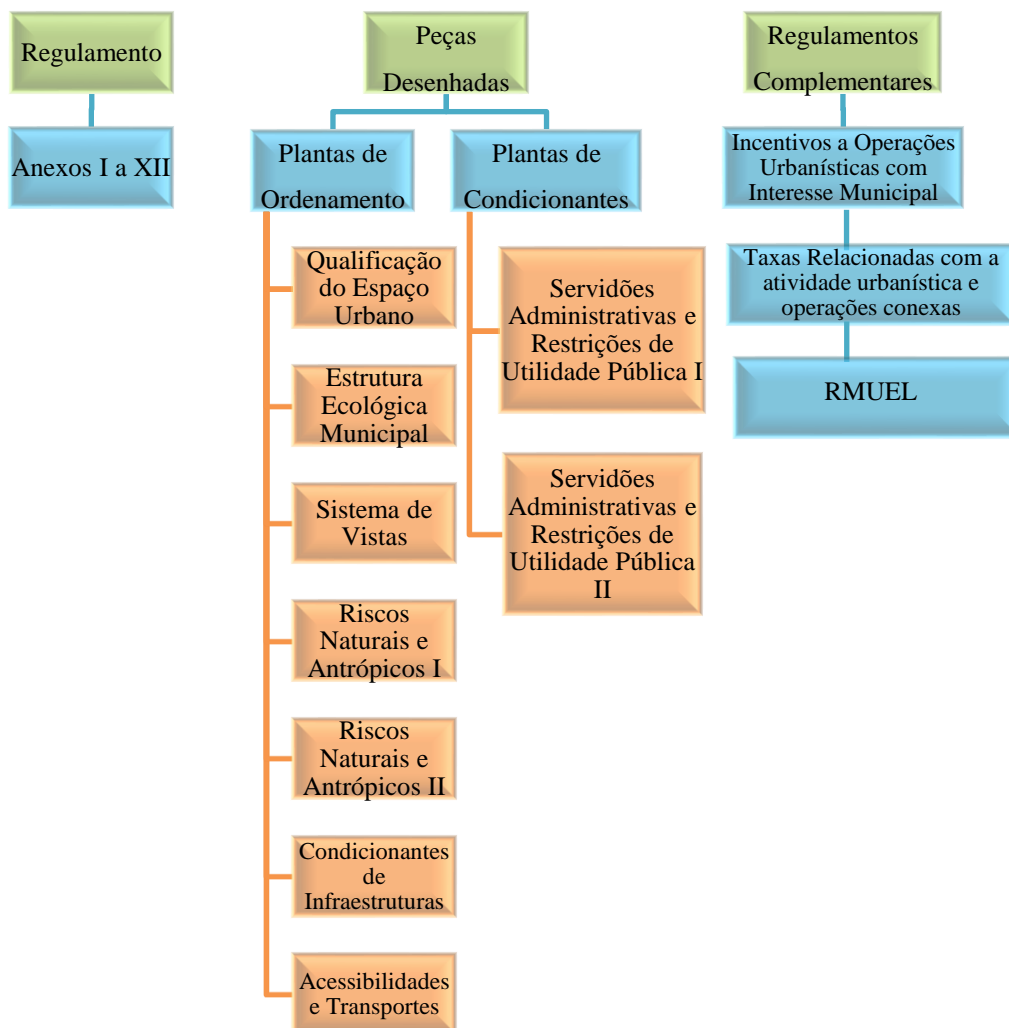
- Atrair mais habitantes;
- Captar mais empresas e empregos;
- Impulsionar a reabilitação urbana;
- Qualificar o espaço público;
- Devolver a frente ribeirinha às pessoas;
- Promover a mobilidade sustentável;
- Incentivar a eficiência ambiental.

O PDML é constituído pelo Regulamento e seus Anexos, Peças Desenhadas e Regulamentos Complementares (Figura 4.06).

Os Anexos que integram o Regulamento do PDM são a planta e lista dos planos de urbanização e de pormenor eficazes, a listagem dos imóveis, conjuntos e sítios classificados e

em vias de classificação, os bens da Carta Municipal do Património Edificado e Paisagístico, a hierarquia da rede de transportes coletivos, das interfaces de transporte, da rede viária e respetivos nós, os critérios de planeamento da rede ciclável, estações do metropolitano, parâmetros de dimensionamento do estacionamento de uso privativo e de uso público e dimensionamento de lugares de estacionamento de pesados.

Além dos elementos acima referidos o PDML inclui ainda os estudos de caracterização setoriais relativos ao território municipal, o relatório ambiental, o programa de execução e de financiamento, a planta de enquadramento regional e da situação existente, identificação dos compromissos urbanísticos existentes, o mapa do ruído, a carta educativa e os indicadores de monitorização (CML, 2012) – Figura 4.06.



**Figura 4.06.** Elementos constituintes do PDML  
(Fonte: CML, 2012)

### 4.5.3. Planos de urbanização (PU)

Estes instrumentos visam a concretização do PDM para um setor do território, definindo o modelo de ocupação numa determinada área territorial e suas esferas, designadamente qualificação do solo, rede viária estruturante, localização de equipamentos, estrutura ecológica, estacionamento, localização de habitação e áreas a recuperar.

À semelhança do PDM os PU incluem um Regulamento, Planta de Zonamento e de Condicionantes. A Planta de Zonamento define o regime de uso do solo na área territorial abrangida pelo PU.

### 4.5.4. Planos de pormenor (PP)

Segundo o artigo 101.º do RJIGT os PP são instrumentos de detalhe que desenvolvem as propostas de ocupação de determinada área territorial, definindo as regras de ocupação e o desenho urbano.

Os PP podem adotar modalidades específicas em função da finalidade da intervenção. No contexto da cidade de Lisboa podemos ter Planos de Pormenor de Reabilitação Urbana e Planos de Pormenor de Salvaguarda (Património Cultural).

Nos Quadros 4.01 e 4.02. apresenta-se a síntese dos PU e PP existentes no Município de Lisboa, indicando o seu estado à data (março 2020).

**Quadro 4.01.** Planos de urbanização  
(Fonte: CML, 2012)

<b>Estado</b>	<b>Planos urbanização (N.º)</b>
Eficaz	9
Em elaboração	2
Em alteração	3
Revogado	2
<b>TOTAL</b>	<b>13*</b>

**Quadro 4.02.** Planos de pormenor  
(Fonte: CML, 2012)

<b>Estado</b>	<b>Planos pormenor (N.º)</b>
Eficaz	27
Em elaboração	9
Em alteração	7
Revogado	3
<b>TOTAL</b>	<b>39</b>

\*Três dos planos eficazes constantes do Quadro 2 encontram-se em alteração.

A distribuição espacial dos atuais PU e PP apresenta-se nas Figuras 4.07 e 4.08.



**Figura 4.07.** Planos de urbanização eficazes  
(Fonte: CML, 2012)



**Figura 4.08.** Planos de pormenor eficazes  
(Fonte: CML, 2012)

#### **4.6. A geologia nos PMOT da cidade de Lisboa**

No que concerne ao objetivo da presente Tese e sua relação com o presente capítulo, designadamente o papel da geologia na concretização de políticas de planeamento e gestão do território, apresenta-se de seguida um Quadro síntese (4.03), indicativo das medidas preconizadas no PDM da cidade de Lisboa, com a designação das plantas produzidas e do articulado que integra as respetivas medidas vertidas ao nível do regulamento.

**Quadro 4.03.** Síntese das plantas e informação temática relacionada com as condicionantes geológicas no ordenamento do território no PDML  
(Fonte: CML, 2012)

Designação Planta	Layer geográfica	Artigo Regulamento	Designação
Qualificação do Espaço Urbano	Geomonumentos de Lisboa	34.º	Geomonumentos e Ocorrências Hidrominerais
	Ocorrências Hidrominerais de Alfama		
Estrutura Ecológica Municipal	Sistema Húmido	13.º	Sistema húmido e sistema de transição fluvial-estuarino
Riscos Naturais e Antrópicos I	Vulnerabilidade a Inundações	22.º	Vulnerabilidade a Inundações e suscetibilidade ao efeito de maré direto
	Suscetibilidade ao Efeito de maré direto		
Riscos Naturais e Antrópicos II	Suscetibilidade de ocorrência de movimentos de massa em vertentes	23.º	Suscetibilidade de ocorrência de movimentos de massa em vertentes
	Vulnerabilidade Sísmica dos Solos	24.º	Vulnerabilidade Sísmica dos Solos
Servidões Administrativas e Restrições de Utilidade Pública I	Domínio Hídrico	Não aplicável	Aplicam-se os respetivos regimes jurídicos

Pese embora todas as condicionantes mencionadas no quadro anterior integrem os IGT de maior escala (PU e PP), e a sua análise seja efetuada à luz do regulamento do PDML, cada área territorial apresenta singularidades, função das suas condições naturais e antrópicas, que concretizam a definição de condicionantes locais e consequentemente a implementação de um conteúdo normativo próprio.

No Quadro 4.04 apresentam-se as condicionantes geológicas específicas de cada PU e PP da cidade de Lisboa assim como, as respetivas normas.

**Quadro 4.04.** Síntese da informação relacionada com as condicionantes geológicas no ordenamento do território patentes nos PU e PP em vigor  
(Fonte: CML, 2012)

IGT	Diário da República	Aviso	Artigo	Designação
PU Alcântara	2.ª Série, N.º 37 (23 de fevereiro de 2015)	2026/2015	21.º	Obras de alteração, ampliação e construção
PU Alto do Lumiar	2.ª Série, N.º 149 (5 de agosto de 2014)	9017/2014	25.º - F	Geomonumentos
PU Avenida da Liberdade e Zona Envolvente	2ª Série, n.º 175 (9 de setembro de 2009)	15825/2009	12.º	Estacionamento
			20.º e 27.º	Caves
PU Carnide/Luz	2.ª Série, N.º 149 (5 de agosto de 2013)	9948/2013	35.º	Caves
			65.º	Estacionamento em Cave
PU Núcleo Histórico de Alfama e da Colina do Castelo	2.ª Série, N.º 109 (6 de junho de 2014)	6905/2014	11.º	Novas construções
			12.º	Alterações e Ampliações
PU Núcleo Histórico do Bairro Alto e Bica	2.ª Série, N.º 83 (30 de abril de 2014)	5508/2014	8.º	Novas construções
			9.º	Alterações e Ampliações
PU Núcleo Histórico da Mouraria	2.ª Série, N.º 83 (30 de abril de 2014)	5509/2014	9.º	Alterações e Ampliações
PU Vale de Santo António	2.ª Série, N.º 19 (26 de janeiro de 2012)	1237/2014	18.º	Obras de Alteração, Ampliação e Construção
PP Aterro da Boavista Nascente	2.ª Série, N.º 20 (27 de janeiro de 2012)	1309/2012	9.º	Avaliação da Situação Hidrogeológica
			16.º	Construção
			26.º	Drenagem
PP Aterro da Boavista Poente	2.ª Série, N.º 175 (11 de setembro de 2018)	13019/2018	23.º	Obras de Construção, Alteração e Ampliação
			28.º	Usos
PP Matinha	2.ª Série, N.º 55 (18 de Março de 2011)	7127/2011	12.º	Avaliação da Situação Hidrogeológica

IGT	Diário da República	Aviso	Artigo	Designação
PP Zona Envolvente ao Mercado de Benfica	2.ª Série, N.º 64 (1 de abril de 2015)	3526/2015	18.º	Condições geológicas e geotécnicas
PP Reabilitação Urbana do Campus de Campolide	2.ª Série, N.º 163 (26 de agosto de 2014)	9664/2014	25.º	Condições geológicas e geotécnicas

Os trabalhos conducentes à identificação das condicionantes geológicas e produção da respetiva cartografia serão detalhados nos capítulos subsequentes.



## **Capítulo 5 – Sistemas de gestão e bases de dados geotécnicos**

---

O Município de Lisboa dispõe de importante acervo de dados de caracterização geológica e geotécnica, obtidos nas inúmeras campanhas de prospeção realizadas nas últimas décadas.

Esses dados constituem um recurso valioso e, quando devidamente organizados, originam informação com elevada aplicabilidade em diversas áreas do planeamento e gestão urbana. Contudo, o valor dessa informação depende da uniformização dos dados de origem, da sua atualização constante, sua disponibilização e existência de metadados que permitam avaliar a sua origem e qualidade.

Tendo por base os pressupostos acima, o Município de Lisboa procurou ao longo dos últimos anos o desenvolvimento de estruturas de dados, suportadas por sistemas de gestão, com o objetivo de promover a agilização dos processos de introdução e atualização dos dados existentes e possibilitar, não só o armazenamento lógico dos dados como também a sua gestão eficaz, a otimização dos processos de edição e consulta por diversos utilizadores e disponibilização da informação resultante, orientada para a produção dos elementos cartográficos necessários.

Os diversos modelos de dados e aplicações elaboradas para e pelo Município de Lisboa serão discutidos no âmbito do presente capítulo, designadamente a infraestrutura em que assenta a aplicação GeoSIG, desenvolvida no âmbito da presente Tese.

### **5.1. Conceitos**

Muitas vezes os conceitos de bases de dados e sistema de gestão de bases de dados são assumidos como sinónimos. Para melhor entendimento procurou-se no início deste capítulo tecer algumas considerações genéricas acerca de cada um dos conceitos, salientando a distinção entre ambos.

Os Sistemas de Gestão de Dados (SGBD) e modelos associados surgiram no início da década de 60 por Charles Bachman e inicialmente receberam a designação de Armazenamento de Dados Integrados. Assentavam num modelo de dados em rede.

No final da década a International Business Machines (IBM) desenvolveu um sistema de Gestão de Informação usado ainda nos dias de hoje. Este sistema constitui a base duma nova representação de dados designada por modelo de dados hierárquico.

Estes modelos de dados, em rede e hierárquico, consistiam em modelos conceituais, orientados para o desenho inicial da base de dados e procuravam, de forma esquemática, responder às necessidades da informação (Ramakrishnan *et al.*, 2003). Disponham de uma série de procedimentos que permitiam a descrição exata dos dados, numa estrutura que os organizava em campos, contudo a sua linguagem não era de fácil implementação pelos Sistemas de Gestão de Bases de Dados (SGBD). Estes modelos não serão alvo de abordagem no âmbito do presente estudo.

Para ultrapassar esta dificuldade, Edgar Codd (1970), em 1970, desenvolveu o modelo de dados relacional ou entidade-relação, que assenta num esquema lógico em que, através do estabelecimento de critérios objetivos no desenho da Base de Dados, é facilitada a sua conversão e implementação numa estrutura física. Atualmente, a maioria dos SGBD assenta no modelo de dados relacional (DB-Engines, 2020).

Este modelo exhibe muitos benefícios e foi rapidamente reconhecido e aplicado na gestão de dados corporativos, tendo consolidado a sua posição durante toda a década de 80 e 90. No final dos anos 90 foram promovidos inúmeros avanços no desenvolvimento de modelos cada vez mais complexos, permitindo o armazenamento de dados de diversos tipos, tais como texto, imagens, etc., permitindo igualmente o suporte de análises mais complexas aos dados e a integração num mesmo ambiente de mais do que uma base de dados (Ramakrishnan *et al.*, 2003).

Os SGBD são então aplicações informáticas desenvolvidas com o objetivo de armazenar e processar um grande volume de dados de forma robusta e eficiente (Ramakrishnan *et al.*, 2003). Constituem a estrutura física que permite a implementação do modelo de dados e a administração das bases de dados.

Apresentam inúmeras características que constituem igualmente vantagens (Ramakrishnan *et al.*, 2003), designadamente:

- Independência dos dados em relação ao sistema que os gere; o SGBD é independente das características dos dados que gere, sendo que a especificidade dos mesmos deve ser enfoque da base de dados (Ramakrishnan *et al.*, 2003; Codd, 1970);
- Integração de uma série de conceitos num ambiente interativo, permitindo de forma eficaz a gestão da base de dados, nomeadamente a criação, alteração, remoção e consulta dos dados;

- Possibilidade de definir regras visando a manutenção da integridade e segurança dos dados;
- Administração eficiente dos dados, permitindo o seu acesso por múltiplos utilizadores em simultâneo; permite a definição dos privilégios de acesso de cada utilizador;
- Permitem a proteção e recuperação dos dados em caso de falha no sistema uma vez que dispõem de um registo histórico com datas anteriores;
- Redução do tempo de desenvolvimento de uma infraestrutura de dados uma vez que possuem um determinado número de operações de rotina, comuns à maioria das necessidades.

As vantagens enumeradas levam a que os SGBD sejam aceites como ferramentas indispensáveis para a manutenção, gestão e administração de um grande volume de dados, na medida em que permitem, de forma eficaz, célere e robusta o acesso e gestão dos dados, possibilitando igualmente que o mesmo se processe com o mesmo desempenho, independentemente do número de utilizadores.

Por sua vez, as bases de dados são ferramentas concetuais, utilizadas para a descrição de dados e relações entre si, com vista à obtenção de informação. São assim representações abstratas e simplificadas de um modelo real, com operadores associados e uma semântica própria, o que possibilita a visão unificada dos dados.

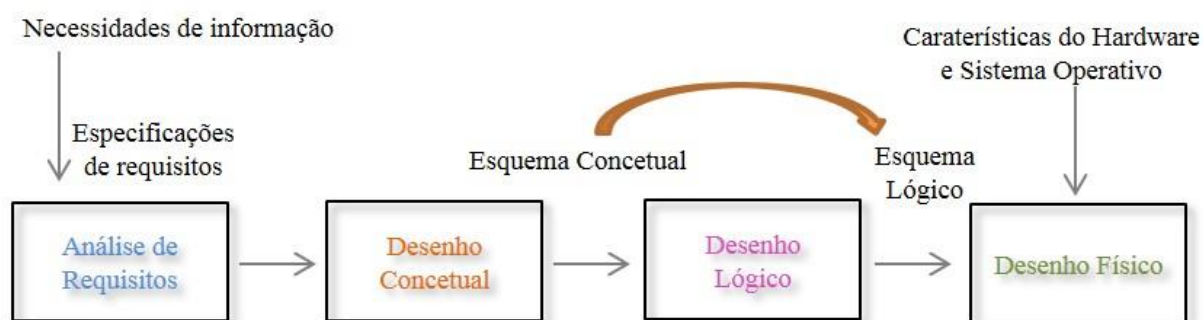
Englobam os seguintes componentes: objetos ou entidades, operadores que atuam sobre os objetos e que permitem a sua relação ou associação e regras de integridade a que devem obedecer esses dados.

### ***5.1.1. Desenho da BD***

O processo de desenho da base de dados inicia-se com a representação textual do problema e definição dos dados necessários – especificação de requisitos, a que se segue a fase do desenho concetual que se preocupa com a definição da solução, com a definição das regras a implementar e com os processos de síntese a aplicar sobre os dados. Usualmente esta fase materializa-se através de uma solução gráfica de forma a facilitar a procura de alternativas.

A fase inerente ao desenho lógico volta a assumir uma representação textual, contudo, sob a forma de comandos, visando a definição dos dados e regras do modelo adotado tendo como fim a sua implementação no SGBD selecionado.

O processo termina com a fase do desenho físico, onde são definidos os espaços físicos (hardware) onde a informação será alojada e a forma como a mesma pode ser acedida (Figura 5.01).



**Figura 5.01.** Processo de desenho de BD  
(Fonte: adaptado de Ramakrishnan *et al.*, 2003)

### 5.1.2. Modelo de dados relacional

De um modo genérico o modelo de dados relacional assenta no conceito de relação - descrição de um objeto através de propriedades.

A relação pode ser descrita como uma tabela, na qual as colunas são os atributos e as linhas os registos da relação (conjunto de valores dos atributos relativos a cada ocorrência).

Como estrutura lógica de dados, a relação exhibe as seguintes propriedades:

- Não existência de duplicação de registos;
- A ordem dos registos é irrelevante;
- Cada atributo tem um significado único e uma identificação (nome) única.

Numa base de dados é comum haver várias relações, tornando-se prioritário para o seu bom funcionamento a correta definição do tipo de associação estabelecida entre as diversas tabelas.

Estas podem exhibir as seguintes associações:

- Um-para-um (1:1) – quando cada elemento da relação A está associado apenas com um elemento da relação B;
- Um-para-muitos (1:∞) – quando um elemento da relação A pode estar associado a vários elementos da relação B;
- Muitos-para-muitos (∞:∞) – quando a um elemento da relação A podem corresponder vários elementos da relação B e vice-versa. Nesta situação é criada uma tabela de junção.

De forma a manter a integridade do modelo e dos dados, as relações obedecem ainda a determinadas regras, entre as quais:

- Regra de Integridade da Relação – Os atributos que permitem identificar um registo de forma unívoca designam-se por *chave da relação* ou *chave primária*. Estes não podem tomar valores nulos;
- Regra de Integridade de Domínio – Define/constrange o conjunto dos valores possíveis para cada atributo - domínio;
- Regra de Integridade Referencial – Impõe a integridade entre as relações duma base de dados; Permite a definição de uma *chave estrangeira*, que impõe que o conjunto de valores dos atributos que a integram tenha que existir noutra relação; Esta regra assume um papel importante no desenvolvimento da modelação de bases de dados relacionais.

Em síntese, as regras de integridade impõem restrições aos valores possíveis para os diversos atributos duma relação (regras de domínio e integridade da relação) e às diferentes relações duma BD (regras de integridade referenciais).

Além das regras de integridade e das associações estabelecidas entre as relações, atuam ainda sobre os dados, operadores, neste caso de álgebra relacional.

Uma base de dados relacional é assim um conjunto de relações, com regras de integridade, gerida por operadores (Ramakrishnan *et al.*, 2003).

Estas características fazem com que o modelo de dados relacional seja predominante em relação a outros modelos de dados, tendo consistido numa mais-valia em relação aos modelos mais antigos.

## **5.2. As aplicações do Município de Lisboa**

### ***5.2.1. A BD Geotécnicos VI***

Em 1999, no âmbito de um Protocolo estabelecido entre a CML, o IST e a FCUL, foi desenvolvida uma Base de Dados Geotécnicos, em Visual Basic (VB) versão 6.0 assente num ambiente Microsoft Access (IST, 2000; 2001) - Figura 5.02.



**Figura 5.02.** Página principal da aplicação BD geotécnicos V1  
(Fonte: IST, 2001)

Nessa Base de Dados (BD V1), o modelo de dados relacional tinha por base a relação Fichas, correspondente a um relatório geotécnico, quer este exibisse um cariz meramente administrativo, quer contivesse informação de carácter geológico/geotécnico.

A partir dessa relação principal acedia-se às restantes (Figura 5.03), cujos campos refletiam os dados disponíveis nos relatórios geológico/geotécnicos, tanto os de cariz processual como os referentes aos resultados dos ensaios de caracterização dos maciços (litologia, litostratigrafia, métodos de perfuração, medições de parâmetros, etc.).

A Base de Dados Geotécnicos (V1) esteve em funcionamento até meados de 2007.

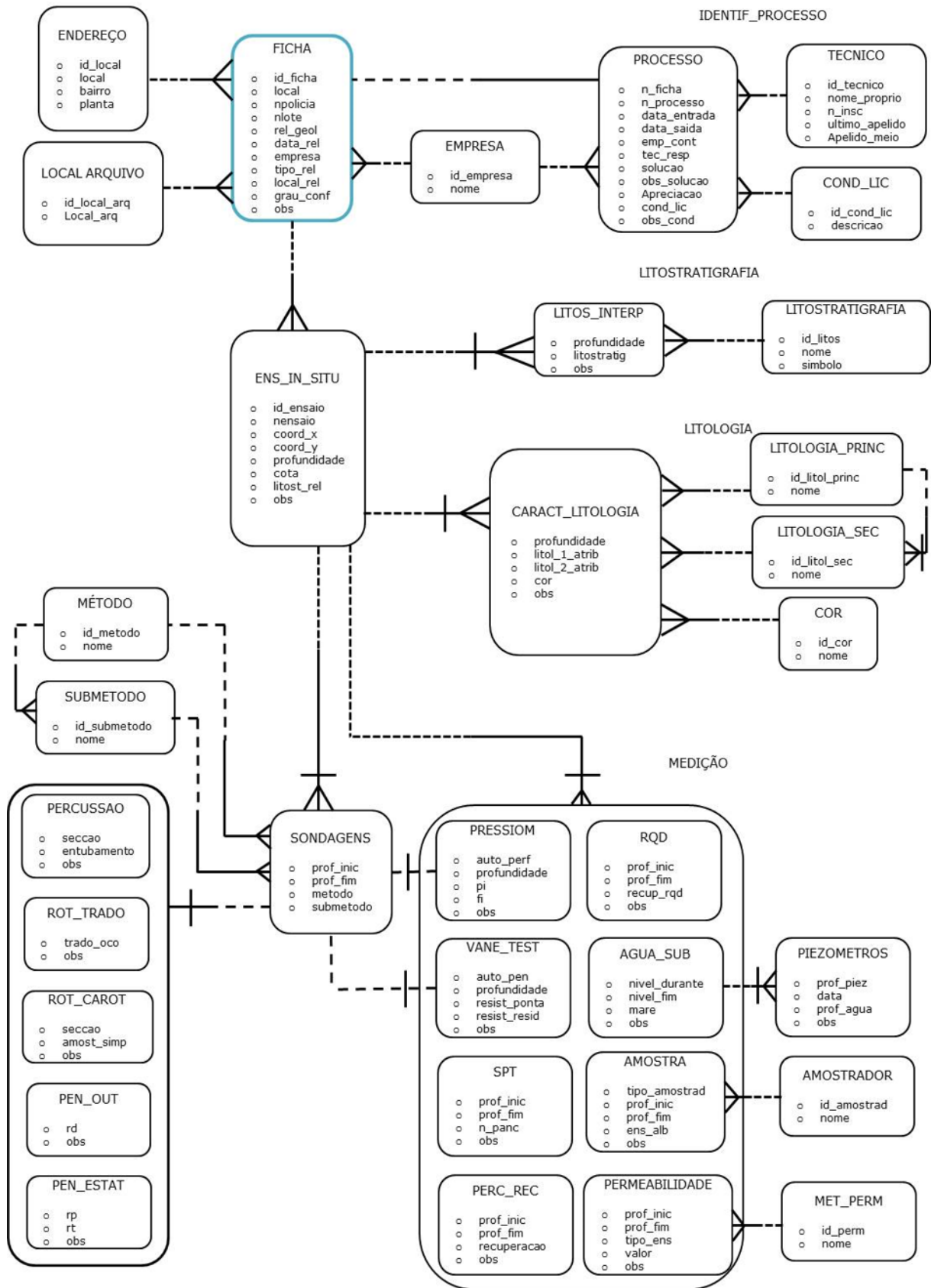


Figura 5.03. Modelo lógico da BD geotécnicos V1 (Fonte: IST, 2001)

### **5.2.1.1. Análise da estrutura de dados existentes**

Um dos objetivos do presente plano de estudos visava a análise dos dados existentes na Base de Dados Geotécnicos da CML para deles retirar informação aplicável ao planeamento e gestão urbana.

Durante essa fase de análise foi constatado a existência de algumas lacunas, entre elas a ausência de campos para inclusão de dados relativos a ensaios geofísicos, ensaios laboratoriais e determinados ensaios *in situ*, que embora de realização pouco comum, quando disponíveis constituem dados de elevado valor passíveis de gerar informação muito útil.

Outra das tarefas consistiu na ligação da Base de Dados a um SIG, neste caso a aplicação ArcView 3.2 da ESRI, o que permitiu a representação espacial da informação.

Foi através desta visualização dos dados que foi possível detetar a existência de alguns erros, designadamente:

- Redundância nos registos introduzidos na BD;
- Inexistência de regras de integridade unívocas no que se refere aos atributos;
- Sondagens mal localizadas.

Após análise aos erros detetados constatou-se que as situações de duplicação resultaram de uma incorreta definição da regra de integridade da relação logo, de uma incorreta análise de requisitos aquando a fase de desenho concetual.

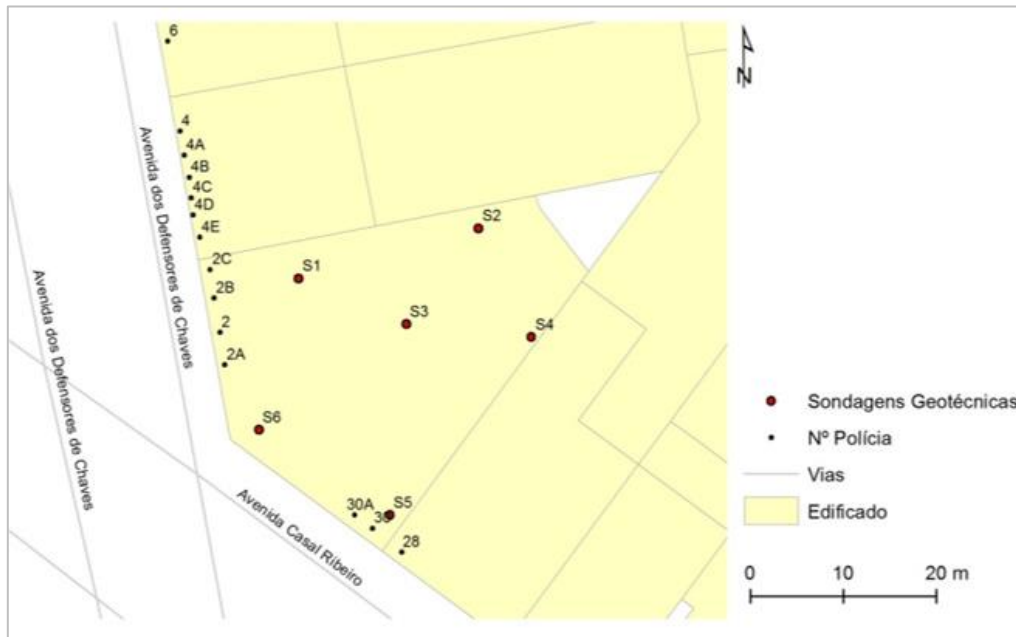
A regra de integridade assentava no campo Morada e apenas impedia o registo de fichas com a mesma localização na malha urbana (uma combinação do campo Designação da Via e do campo Numeração de Polícia). Dado que um edifício pode confrontar com mais de uma rua, podendo desse modo ter duas moradas, como se demonstra no exemplo patente na Figura 5.04, o operador podia introduzir esse relatório com a morada 1, Avenida Casal Ribeiro, 30-30A ou com a morada 2 Avenida dos Defensores de Chaves, 2 – 2C, e para a BD tratava-se de fichas diferentes.

Outra das situações detetadas deveu-se à introdução de relatórios que, embora realizados em campanhas distintas, muitas das vezes relativas a caracterizações complementares, integravam os dados na sua totalidade o que teve como consequência a duplicação de sondagens.

No que se refere aos atributos constatou-se que a ausência de constrangimentos quanto às unidades de medida em que os resultados de determinados ensaios foram expressos, levou a que cada utilizador os introduzisse da forma como constavam no relatório, o que a nível da



análise impossibilitou a comparação dos resultados pois o campo de retorno apenas indica o valor absoluto e não a unidade de medida.



**Figura 5.04.** Exemplo da duplicação de sondagens existente na BD V1  
(Fonte: BD V1)

O último dos erros detetados refere-se à localização das sondagens e estes podem dever-se aos fatores de seguida elencados:

- Ausência de plantas de localização das sondagens;
- Plantas de localização sem definição da orientação e da escala;
- Inexistência de dados de posicionamento no terreno (coordenadas X e Y);
- Diferentes sistemas de coordenadas; estes dependem da data da realização da sondagem contudo, muitas das vezes desconhece-se qual o sistema de projeção, o que dificulta em muito a tarefa de georreferenciação das mesmas.

As lacunas e os erros identificados, e acima discriminados, permitiram constatar que a BD V1, da forma como havia sido desenvolvida e carregada, não permitia a obtenção dos dados necessários para, de uma forma célere, produzir a informação de suporte necessária. Além disso, o código VB e parte da estrutura não se encontrava acessível, nomeadamente o BackOffice dos Formulários e Consultas, o que inviabilizou a possibilidade de reformulação e evolução da mesma.

Face ao exposto surgiu a necessidade de desenvolver uma nova estrutura de dados.

### **5.2.2. A BD Geotécnicos (V2)**

O desenvolvimento da nova BD (V2), teve início em Junho de 2008 e enquadrou-se no âmbito do Projeto GeoSIS\_Lx, financiado pela FCT.

O Projeto GeoSIS\_Lx, liderado pela FCUL e no qual a CML, entre outros, era parceira, tinha como objetivo a Modelação e Cartografia Geológica e Geotécnica Tridimensional em áreas urbanas, num caso de estudo aplicado à cidade de Lisboa.

Uma das tarefas previstas consistia na conceção de uma BD que servisse de suporte ao Sistema de Informação Geocientífico, que permitiria por sua vez a produção de cartografia tridimensional. Esta tarefa, responsabilidade da CML, é igualmente objetivo do presente plano de trabalhos.

#### **5.2.2.1. Análise de requisitos**

Tendo por base a experiência adquirida anteriormente e que permitiu a identificação das lacunas, erros e limitações da BD Geotécnicos (V1), iniciou-se a análise de requisitos sendo considerados alguns pressupostos iniciais, entre eles:

- a) Reconhecimento da necessidade de utilização de software acessível e com uma interface clara e intuitiva de modo a assegurar a utilização e acesso à BD por todos os potenciais utilizadores; na conceção da estrutura do modelo de dados é necessário ter em conta o tipo de utilizador a que se destina e o seu grau de conhecimento em SGBD. A escolha do Microsoft Access para o desenvolvimento dos Formulários facilita o seu preenchimento uma vez que a interface com o utilizador é bastante amigável;
- b) Contemplar a migração da BD.V2 Access para o Sistema de Gestão Oracle, o que resultará num aumento das potencialidades ao nível da gestão da informação;
- c) Assegurar a possibilidade de introdução de novos módulos sempre que necessário; a nova BD manter-se-á aberta de forma a permitir a introdução de novas relações na estrutura de dados; com a constante evolução das novas tecnologias é necessário contemplar a introdução de novos dados na BD.V2, sejam eles de cariz alfanumérico, informação gráfica ou dados resultantes de correlações entre parâmetros.

Será igualmente contemplado o arquivo da cópia do relatório inicial, permitindo em qualquer altura a sua consulta para verificação e validação dos dados;

- d) Adaptar os conteúdos das tabelas à prática nacional e neste caso específico, à cidade de Lisboa; pela análise dos Relatórios Geológico/Geotécnicos de campanhas de prospeção realizadas na cidade de Lisboa, constata-se que os ensaios SPT também designados por Ensaios de Penetração Normalizados são os mais comuns.
- Assim, como exemplo, a nova BD deve preconizar a possibilidade de estabelecimento de correlações entre este parâmetro e outros que possam dele vir a ser aferidos; nos casos em que existe grande diversidade de práticas o mesmo parâmetro tem várias alternativas de preenchimento, contudo, no tratamento dos dados será tido em consideração apenas um resultado, mantendo-se a possibilidade de avaliar a qualidade da informação;
- e) Estruturar a sequência de introdução dos dados de forma análoga à estrutura habitual dos relatórios;
- f) Minimizar a ocorrência de erros associados ao operador, limitando o preenchimento de alguns campos numéricos, como por exemplo profundidades e coordenadas geográficas. Os dados devem ser introduzidos recorrendo ao mínimo de operações manuais;
- g) Definir novas regras de integridade, preferencialmente baseadas em atributos. Os campos descritivos devem ser simplificados e, sempre que possível, associados a uma lista finita, promovendo igualmente práticas de normalização de dados (Silva e Rodrigues-Carvalho, 2002);
- h) Definir máscaras de introdução de dados de forma a condicionar o preenchimento dos campos relativos aos resultados de ensaios *in situ* e laboratoriais ao sistema de unidades definido;
- i) Criar várias licenças de manuseamento da BD.V2. Estas devem ser do tipo permissão para consulta, preenchimento e edição. Este último nível ficará restrito a administradores;
- j) Prever a inclusão de atributos de ligação a outras bases de dados que permitam em qualquer fase ser efetuada a consulta de relatórios, trabalhos ou artigos relacionados com a zona ou os materiais geológicos caracterizados no Relatório Geológico/Geotécnico;
- k) Criar um *template* de preenchimento da informação relativa a trabalhos de prospeção realizados por cada empresa da especialidade, tornando-o facilmente aplicável a todos os intervenientes, e promovendo a implementação de práticas normalizadas ao nível da inventariação, compilação e tratamento da informação existente.

- 1) Adaptar a nova BD aos *Outputs* finais, isto é, adaptar o modo de introdução dos dados, possibilitando a obtenção de saídas adequadas às necessidades dos diferentes utilizadores, função dos objetivos a alcançar.

Como esta informação reverte para a elaboração das Cartas Temáticas que compõem a Carta Geotécnica para o Concelho de Lisboa, todos os dados assumem particular importância na medida em que permitem um melhor conhecimento do território em profundidade. Estes dados permitirão a produção de informação que auxiliará não apenas na Modelação Tridimensional da estrutura geológica como também na modelação de parâmetros geotécnicos das formações de cobertura e *in situ*.

#### **5.2.2.2. Desenho concetual e desenho lógico**

Após a definição dos requisitos iniciou-se a fase do desenho concetual. Como suporte para esse desenho, foi consultada bibliografia relativa à conceção de tabelas para representação de dados geotécnicos (Look, 2007) e estudos relativos a outros modelos de dados desenvolvidos para gestão de dados de natureza geológica e geotécnica, nomeadamente o sistema SIGEO-Almada (Silva, 2003), GeoCovilhã (Cavaleiro, 2001), os sistemas dos Serviços Geológicos Britânicos (Self *et al*, 2006) e os da Association of Geotechnical and Geoenvironmental Specialists (AGS, 2004).

No modelo de dados final e conforme os pressupostos base, foram desenvolvidas tabelas para representação dos resultados dos ensaios *in situ*, laboratoriais e geofísicos previstos no Eurocódigo 7 (EN 1997-1), tendo sido igualmente definidas regras visando a normalização dos símbolos e unidades de medida recomendados naquele documento.

Para os campos de preenchimento manual foram criadas regras visando a minimização de erros relacionados com o operador. Por exemplo, a profundidade final das tabelas associadas não pode ser superior à profundidade indicada na *TP\_Sondagens*.

Em todas as tabelas foi criado um campo de observações, preconizado para a descrição de singularidades verificadas em campo, nomeadamente a existência de blocos, fósseis, etc.

Foi ainda contemplada a possibilidade de associar à BD o ficheiro do Relatório, em formato pdf, de modo a permitir a sua consulta posterior.

Os campos relativos à georreferenciação irão ser preenchidos a partir do software ArcGIS e o preenchimento automático das tabelas da BD é efetuado através das ligações aos campos.

Há que ter em atenção o sistema de coordenadas dos dados constantes de cada relatório, pois haverá necessidade de efetuar a sua conversão para o sistema seleccionado e implementado na estrutura dos dados geográficos. À data do desenvolvimento da BD V2 o Sistema de Projeção DATUM 73 – Hayford Gauss – IPCC (Instituto Português de Cartografia e Cadastro), era o sistema em uso na CML, utilizador final da informação produzida.

O desenho lógico da nova base de dados foi implementado no SGBD MsAccess e, à semelhança do que sucedia com a relação Fichas, na nova versão a entidade principal é a tabela *Relatorio* e a ela encontram-se associadas, direta e indiretamente, as restantes tabelas do modelo de dados (Figura 5.05).

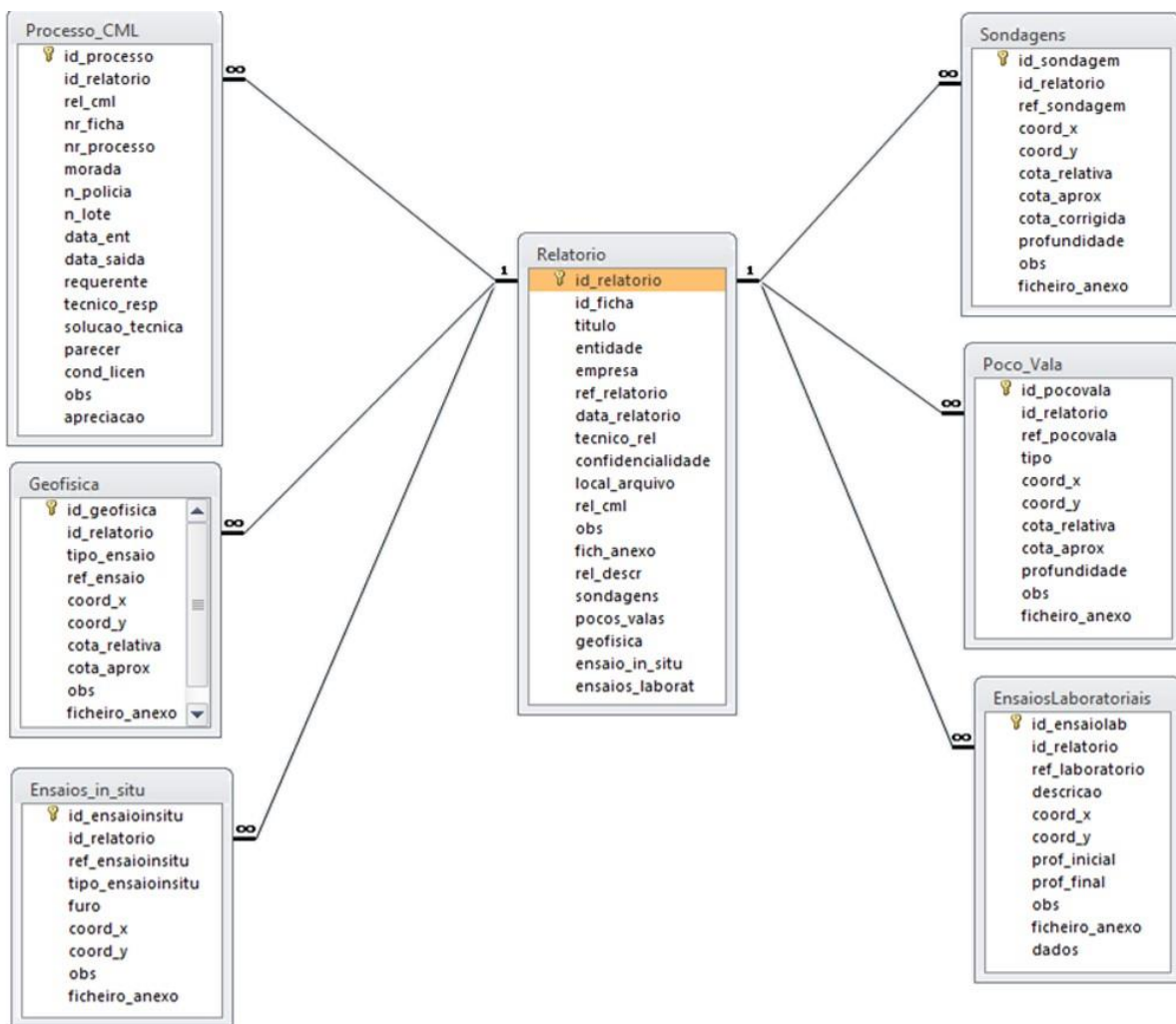
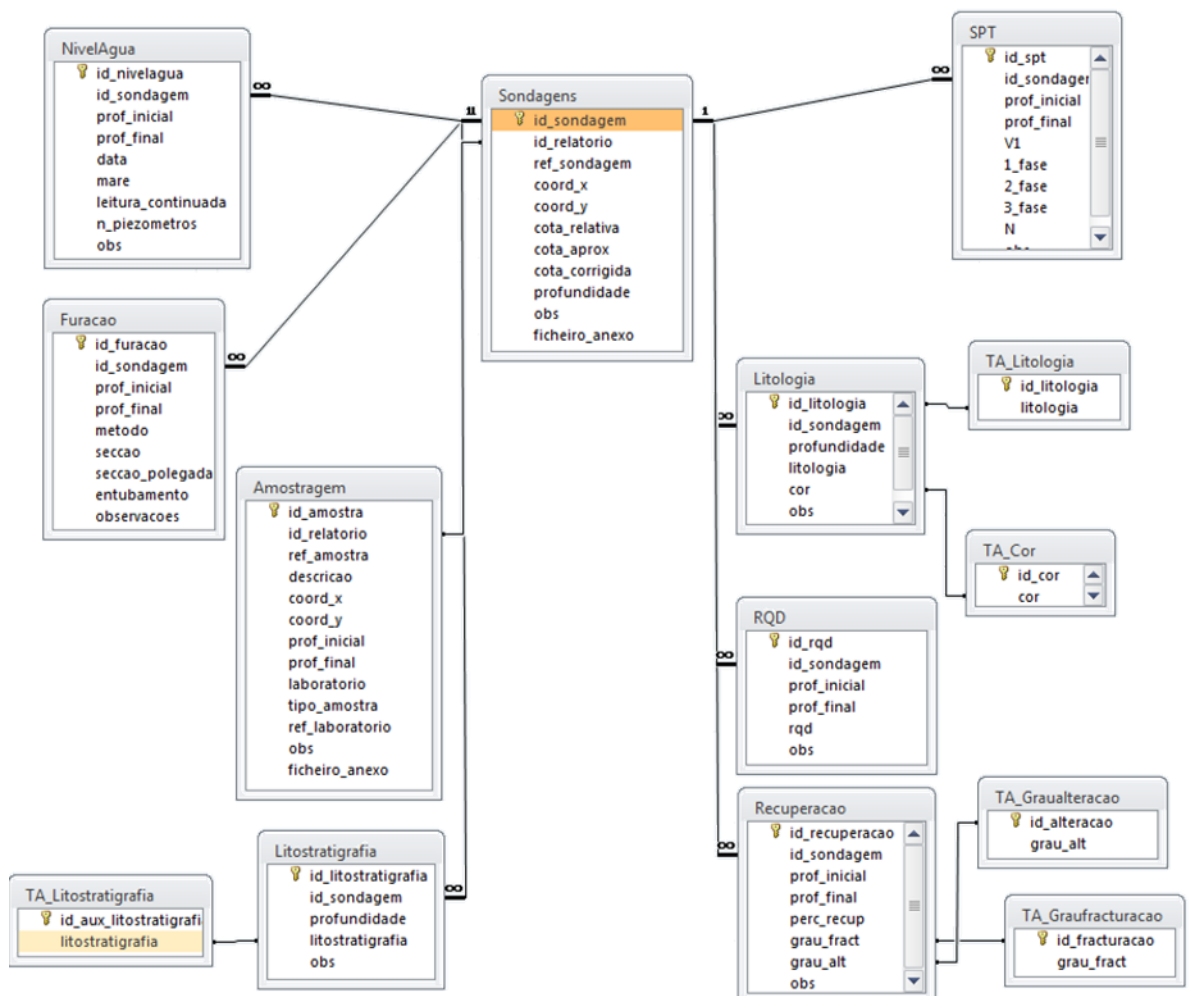


Figura 5.05. Relações associadas à entidade principal – *TP\_Relatorio*  
(Fonte: BD V2)

Os atributos da *TP\_Relatorio* incluem a identificação do Relatório, designadamente a localização dos trabalhos (morada e número de polícia/lote), identificação do cliente, título do relatório, data, identificação da empresa que realizou o estudo, etc.

Pela análise da Figura 5.05 verifica-se que à entidade *TP\_Relatorio* se encontram diretamente associadas outras tabelas.

A título demonstrativo irá aprofundar-se o modelo relacional associado à *TP\_Sondagens* (Figura 5.06).



**Figura 5.06.** Relações associadas à entidade *TP\_Sondagens*  
(Fonte: BD V2)

Pela análise da Figura 5.06 constata-se que no modelo de dados associado à *TP\_Sondagens* se encontram as tabelas relacionadas com os atributos litostratigrafia, litologia, método de furação, ensaios *in situ*, nível de água, amostragem, ensaios SPT, RQD e % recuperação.

Estes campos são maioritariamente do tipo numérico e texto, sendo que alguns dos campos de texto se encontram associados a tabelas auxiliares (TA), visando a limitação da procura a partir da seleção de dados numa lista finita.

É o que sucede com os atributos referentes à litostratigrafia que se encontram associados a uma tabela do tipo lista finita (Figura 5.07), que inclui os valores disponíveis para seleção, neste caso todas as unidades geológicas que afloram na cidade de Lisboa.

TAUX_Litostratigrafia : Tabela	
Id_Litostratigrafia	Litostratigrafia
1	Aterros
2	Aluviões
3	Areolas de Cabo Ruivo
4	Areolas de Braço de Prata
5	Calcários de Marvila
6	Grés dos Grilos
7	Argilas de Xabregas
8	Calcários de Quinta das Conchas
9	Areias de Vale de Chelas
10	Calcários de Musgueira
11	Areias com Placuna miocénica
12	Calcários de Casal Vistoso
13	Areias de Quinta do Bacalhau
14	Argilas de Forno do Tijolo
15	Calcários de Entrecampos
16	Areolas de Estefânia
17	Argilas de Prazeres
18	Formação de Benfica
19	Complexo Vulcânico de Lisboa
20	Formação de Bica
21	Formação de Caneças
* :ação automática)	

**Figura 5.07.** Lista de valores relativos às unidades litostratigráficas  
(Fonte: BD V2)

O mesmo sucede com a tabela *Litologia* à qual se encontram associadas duas tabelas para pesquisa das unidades litológicas e sua cor. Estas tabelas foram definidas com base num léxico a definir no âmbito das medidas associadas às práticas a adotar a nível nacional (Almeida *et. al.*, 2014).

Aproveitando a interface amigável do MS Office, foram criados formulários para introdução dos dados. Estes foram elaborados de modo a permitir um fácil preenchimento, tendo em conta a sequência habitual com que a informação surge nos Relatórios. O Formulário Principal materializa a TP\_Relatorio e é a interface inicial da nova BD.V2. A partir deste menu inicial pode aceder-se aos restantes, de forma hierárquica (Pinto *et al.*, 2012a) – Figura 5.08.

**Figura 5.08.** Página principal da BD. V2  
(Fonte: BD V2)

### **5.2.2.3. Migração de dados**

A implementação da nova BD iniciou-se com a migração dos dados existentes na BD V1 para a BD V2. À migração dos dados antecedeu uma fase de correção dos mesmos de forma a colmatar os erros identificados.

Numa primeira avaliação, e usando apenas a projeção dos pontos, foram identificados vários relatórios duplicados. Depois da consulta dos dados e confirmação da sua duplicação, procedeu-se à eliminação dos mesmos.

Por consulta dos relatórios em papel e tendo por base a cartografia histórica digitalizada foi possível efetuar a correta localização de algumas sondagens, o que eliminou alguns erros detetados na primeira análise.

Os erros associados às unidades de medida em que determinados resultados de ensaios foram representados não foram resolvidos nesta fase pois haveria necessidade de consultar todos os relatórios. Optou-se pela migração maciça para um campo novo para posterior correção.

Da primeira triagem realizada foram selecionados 964 dos 1070 relatórios existentes na BD V1.

Com a eliminação de relatórios e com a necessidade de os registos exibirem numeração sequencial, recorreu-se ao software MsExcel para a sua uniformização. Após a conclusão dos procedimentos de tratamento e uniformização iniciou-se a migração dos dados.



Durante esse processo registaram-se alguns erros, designadamente nos campos relativos à profundidade, que se deveram a incompatibilidades no formato do campo e na programação VB associada.

Após a correção desses erros procedeu-se a uma validação da informação migrada através da realização de consultas.

Parte das consultas realizadas consistiram na validação dos valores dos campos ou na ausência de valor nos mesmos. Da análise dos dados obtidos verificou-se que em muitas das sondagens o campo relativo à litostratigrafia não se encontrava preenchido. Este facto não só reflete a dificuldade inerente a esta classificação como também a necessidade da mesma ter de ser desempenhada por técnicos especializados e com conhecimento acerca da geologia de Lisboa.

Além das consultas referidas procurou-se igualmente avaliar a capacidade de gestão da base de dados e testou-se a mesma com algumas inquirições. Estas visavam relacionar diversas tabelas de forma a obter análises temáticas. Uma vez mais, esta tarefa revelou a existência de algumas dificuldades na correlação entre as tabelas, não só decorrentes da complexidade do modelo de dados, como também da incapacidade do SGBD selecionado.

A BD V2 constituiu um exercício bastante útil no que se refere à definição do desenho concetual e lógico do modelos de dados, permitindo igualmente identificar as características dos dados e o modo como os mesmos se devem relacionar para a obtenção dos outputs mais adequados. Contudo, e uma vez mais com base na experiência adquirida, constatou-se a necessidade de evoluir para um SGBD mais potente, quer do ponto de vista da gestão de dados, quer no que se refere à possibilidade de introdução de informação por mais do que um utilizador em simultâneo.

A especificidade e heterogeneidade da informação exigem um elevado controlo de qualidade e além disso, como se trata de informação crítica do ponto de vista da confidencialidade, há necessidade de controlo rigoroso no seu acesso.

Face ao exposto promoveu-se o desenvolvimento de uma nova aplicação.

### **5.3. A aplicação GeoSIG**

Tendo presente os objetivos propostos no presente plano de trabalhos, e atento à especificidade da estrutura pretendida, o Município promoveu o desenvolvimento de uma

candidatura para obtenção de financiamento externo, tendo sido cofinanciado pelo Fundo Europeu para o Desenvolvimento Regional (FEDER), o Projeto LISBOA-01-0527-FEDER-000894 – Cartografia Geotécnica em áreas urbanas – Aplicação a Lisboa, através do qual foram realizadas duas tarefas: o desenvolvimento de uma aplicação de gestão de dados e o seu carregamento.

No âmbito desse Projeto, cujo prazo de execução decorreu durante o período de realização deste plano de estudos, foi desenvolvido o modelo de dados em que assenta a aplicação GeoSIG, tarefa integrada no âmbito da presente Tese.

Dada a elevada especificidade, a tarefa do desenvolvimento aplicacional foi concretizada com recurso a contratação externa, tendo sido elaborada pela empresa Smartgeo Solutions, Lda.

A aplicação GeoSIG foi concebida tendo por base determinados requisitos funcionais, cuja definição assentou na resolução dos erros e lacunas existentes na BD V.1 e BD V.2 mas, também no reconhecimento da necessidade de ter um sistema que permitisse:

- A gestão de um enorme volume de dados;
- Manuseamento dos dados por mais do que um utilizador em simultâneo;
- Controlo de acessos por questões relacionadas com a confidencialidade dos dados;
- Indissociação da componente de cariz alfanumérico e a sua localização geográfica;
- Introdução de dados visando a obtenção de produtos cartográficos específicos.

O resultado foi uma aplicação de interface web e acesso restrito, que permite aos utilizadores com permissão, a possibilidade de inserir, corrigir e validar os dados disponíveis e, extrair informação útil tendo em vista as finalidades inerentes às tarefas desenvolvidas pelos diversos utilizadores.

No presente capítulo serão abordadas as premissas em que assentou a fase da especificação de requisitos e o desenho concetual.

### ***5.3.1. Desenho concetual***

Como suporte à aplicação, encontra-se:

- Uma base de dados georreferenciada, baseada no modelo lógico definido na BD V2;
- Um BackOffice para gestão dos dados de referência necessários ao funcionamento da BD, entre outros, listas finitas com valores para seleção;
- Um módulo de mapas temáticos pré-definidos;

- Um módulo que retorna, sob a forma de tabela, inquirições dos diversos dados da BD.

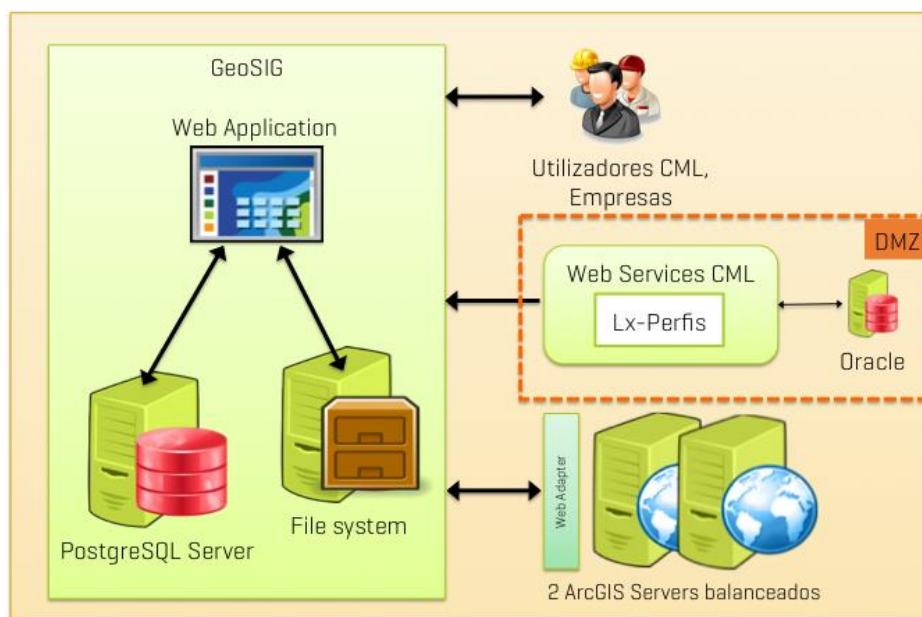
A aplicação GeoSIG interage com três entidades externas:

- Um sistema ArcGIS Server (versão 10.1), composto por 2 servidores balanceados; o GeoSIG fará uso de processos de consulta e de processos de edição no ArcGIS;
- O sistema de perfilagem da CML - Lx-Perfis. Este sistema está disponível para sistemas dentro da rede da CML através duma interface por Web Services, através do qual o GeoSIG obterá os tokens de permissão dos seus utilizadores para as várias funcionalidades que disponibiliza; permite a gestão dos acessos;
- Os seus utilizadores: administradores, empresas e vários gabinetes da CML.

Internamente, e fazendo parte integrante da mesma, existem dois sistemas que interagem com a aplicação:

- Um repositório de ficheiros (File system), que se encontra num servidor diferente do servidor da aplicação; este repositório serve para guardar os relatórios em formato pdf e para guardar as fotografias associadas aos relatórios;
- Um servidor RDBMS PostgreSQL, que guarda todos os dados necessários ao funcionamento do GeoSIG; esta opção baseou-se no facto do SGBD ser de livre acesso o que permitia a otimização dos custos associados ao seu desenvolvimento

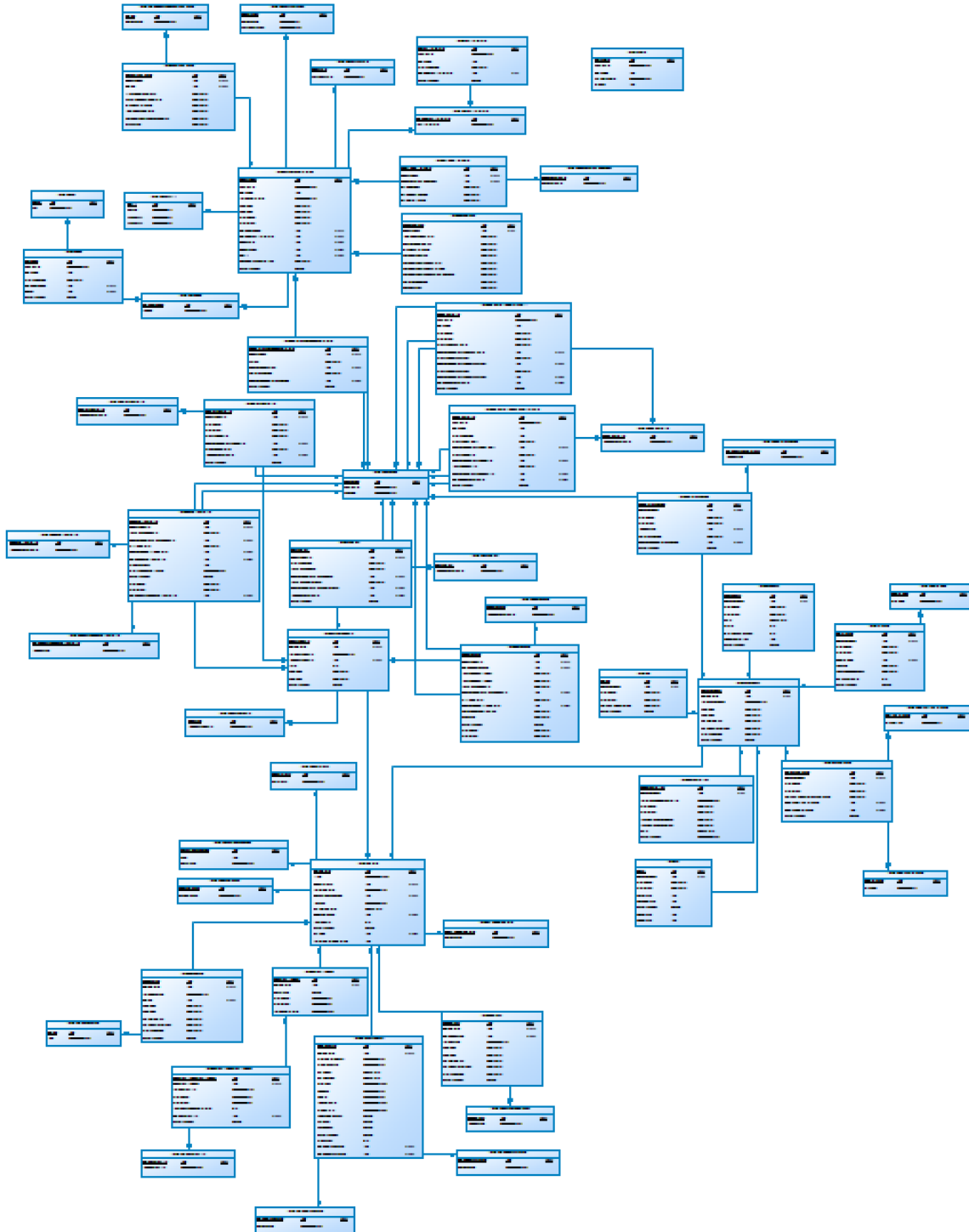
Na Figura 5.09 apresenta-se o esquema concetual da aplicação GeoSIG.



**Figura 5.09.** Esquema das entidades externas e interfaces da aplicação GeoSIG  
(Fonte: Smartgeo Solutions, 2015)

### 5.3.2. Desenho lógico

A Figura 5.10 apresenta o esquema do modelo de dados da aplicação GeoSIG. Este integra 48 tabelas, relacionadas com a entidade principal - Relatório.



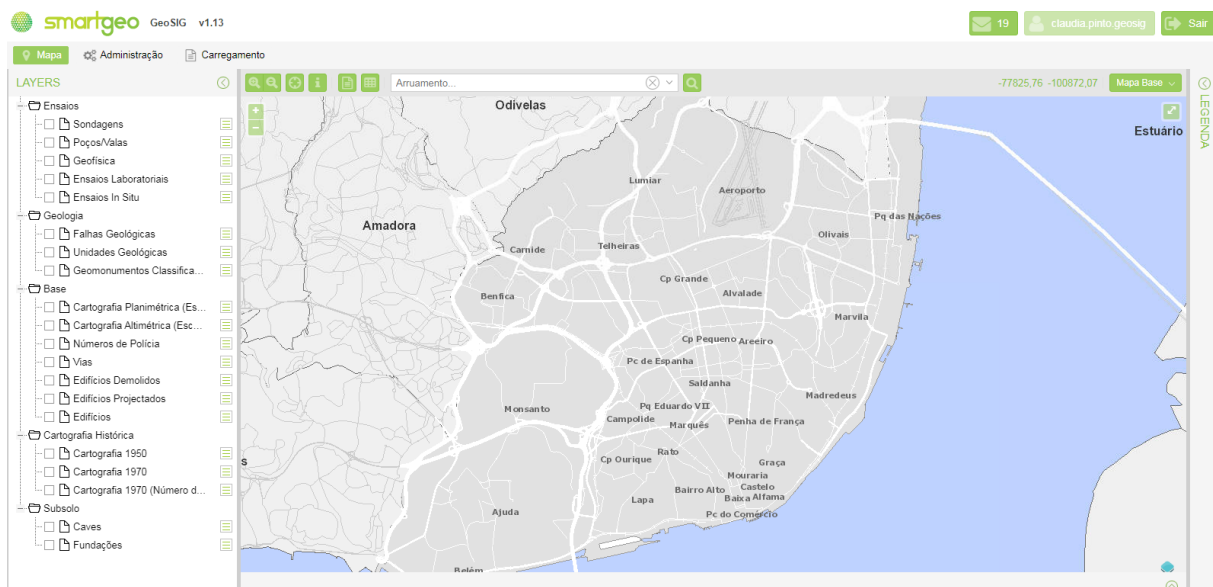
**Figura 5.10.** Modelo de dados da aplicação GeoSIG  
(Fonte: Smartgeo Solutions, 2015)

### 5.3.3. Principais funcionalidades da aplicação GeoSIG

O ecrã principal da aplicação GeoSIG assenta sobre o mapa base da cidade de Lisboa ao qual se encontram associadas barras de ferramentas e botões que permitem a interação direta com o mapa e com a informação patente na BD (Figura 5.11).

De modo genérico o utilizador da aplicação GeoSIG pode:

- Georreferenciar trabalhos de prospeção;
- Efetuar o carregamento dos dados resultantes duma campanha de prospeção;
- Visualizar a distribuição da amostragem na área do concelho de Lisboa;
- Disponibilizar informação alfanumérica associada a esses dados;
- Ativar e desativar camadas de informação temática;
- Utilizar diferentes contextos de mapa base: cartografia histórica, cartografia atual, ortofotomapas;
- Ativar a informação relativa à carta geológica;
- Produzir mapas temáticos;
- Produzir Tabelas de análise;
- Fazer o download do relatório geotécnicos em formato pdf.



**Figura 5.11.** Ecrã principal da aplicação GeoSIG  
(Fonte: GeoSIG)

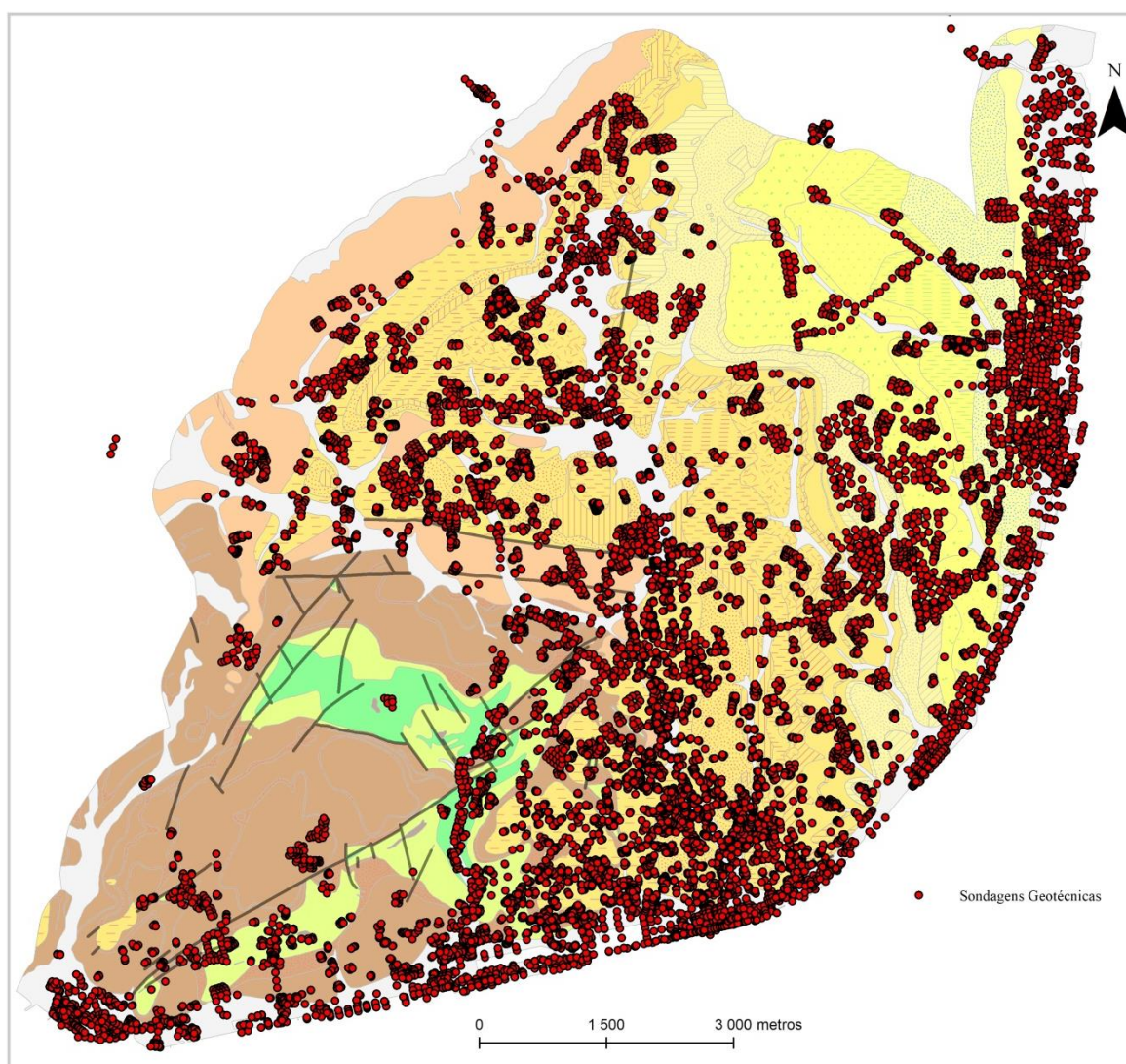
O detalhe relativo aos ecrãs da aplicação, e aos fluxos processuais inerentes ao seu funcionamento, é apresentado no Anexo IV, que concretiza o Manual de Utilização da aplicação GeoSIG, desenvolvido no âmbito da presente Tese.



## Capítulo 6 – Áreas piloto

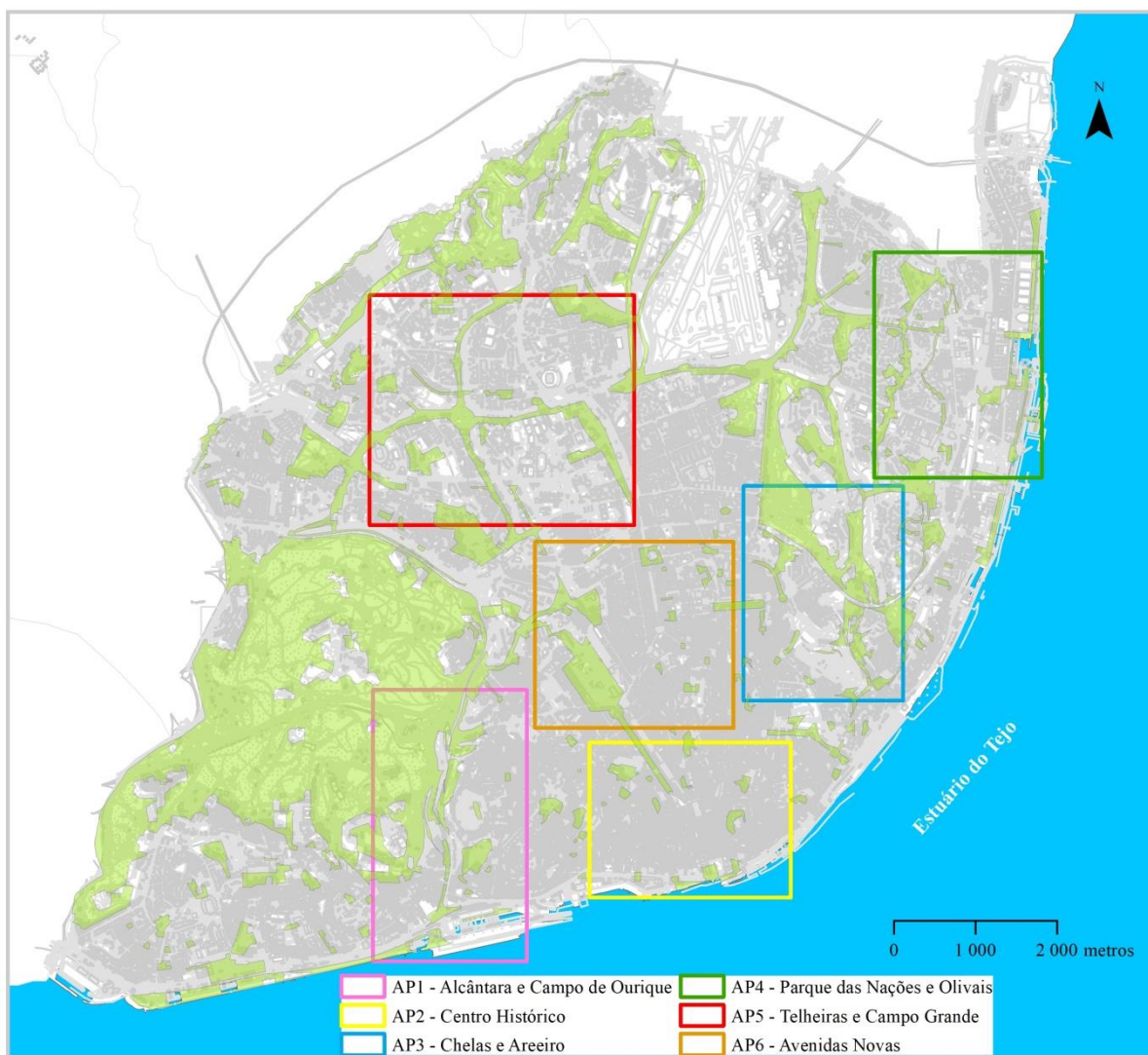
A distribuição da informação disponível na BD GeoSIG, não contemplando todo o Município de Lisboa, a diversidade de condicionantes geológicas e geotécnicas e a existência de zonas com diferente evolução urbanística, levou à seleção de áreas piloto procurando englobar os seguintes aspetos:

- Quantidade de sondagens disponíveis e homogeneidade na sua distribuição (Figura 6.01);
- Contextos geológicos distintos, a nível estratigráfico e estrutural;
- Áreas distintas do ponto de vista urbanístico, designadamente áreas consolidadas, de expansão, de reabilitação e de reconversão urbana.



**Figura 6.01.** Distribuição das sondagens geotécnicas disponíveis na aplicação GeoSIG  
(Fonte: Servidor de dados geográficos da CML / GeoSIG)

Tendo por base a informação disponível foram selecionadas 6 áreas piloto que se distribuem de acordo com a Figura 6.02.



**Figura 6.02.** Localização das áreas piloto  
(Fonte: Servidor de dados geográficos da CML)

A amostra selecionada cobre 36,56 km<sup>2</sup> (42,56%) da área do concelho.

### **6.1. Alcântara e Campo de Ourique – AP1**

A área piloto *Alcântara e Campo de Ourique* ocupa cerca de 6,30 km<sup>2</sup> e situa-se na zona ocidental do concelho de Lisboa.

Abrange parte do Parque Florestal do Monsanto (NW), o vale da Ribeira de Alcântara e os bairros de Campo de Ourique e da Lapa. É limitada a S pelo Estuário do Tejo (Figura 6.03).





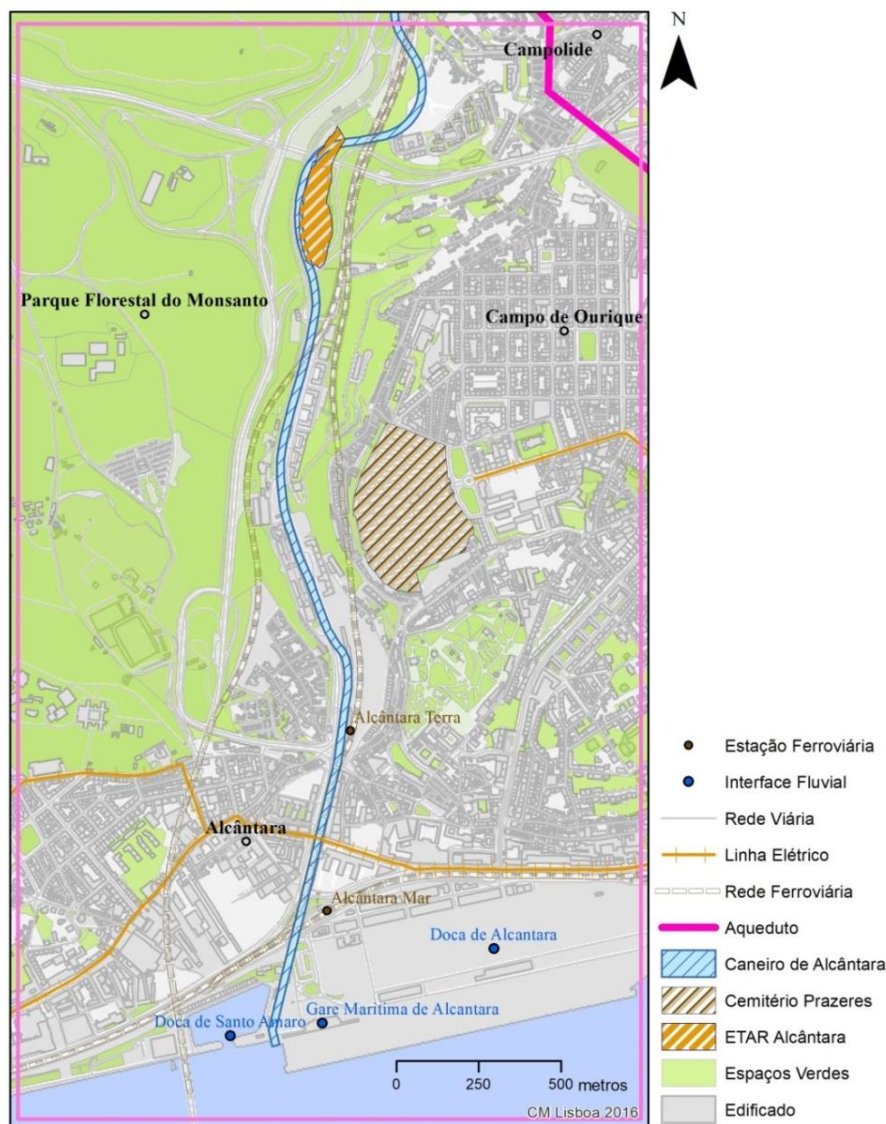
**Figura 6.03.** Ortofotocartografia AP1 – Alcântara e Campo de Ourique  
(Fonte: DGT, 2018)

Em termos administrativos a AP1 inclui parte do território das freguesias de Alcântara, Benfica, Campolide, Campo de Ourique e Estrela.

No que se refere à gestão territorial, além do PDM, as operações urbanísticas nesta zona seguem o previsto nos elementos constituintes dos seguintes IGT eficazes: PU de Alcântara, PP das Amoreiras, PP da Pedreira do Alvito e PP do Centro de Congressos de Lisboa.

A ocupação urbana superficial é materializada pelo parque edificado, composto por 5330 edifícios, pela rede viária, passeios e pelo Parque Florestal do Monsanto e outros espaços verdes de enquadramento, recreio e lazer (Figura 6.04).

Na rede viária destacam-se quatro eixos estruturantes: Av. de Ceuta, Av. da Ponte 25 de abril, Av. 24 de Julho e a Av. Engenheiro Duarte Pacheco.



**Figura 6.04.** Ocupação superficial do território e rede de mobilidade urbana  
 API – Alcântara e Campo de Ourique  
 (Fonte: Servidor de dados geográficos da CML)

Na zona encontra-se a Estação de Tratamento de Águas Residuais (ETAR) de Alcântara, o Cemitério dos Prazeres e um troço do Aqueduto das Águas Livres, estrutura hidráulica edificada entre 1731 e 1748 que visava o transporte de água desde a zona de Caneças para abastecimento da cidade de Lisboa. Atualmente esta estrutura encontra-se desativada (Gurriarán, 1997).

O sistema de mobilidade urbana é composto pela rede rodoviária, linha do elétrico e pela infraestrutura ferroviária (Linha de Cascais e de Cintura).

Função da proximidade ao Estuário a zona beneficia ainda de rede de transporte marítimo exibindo três pontos de interface fluvial: Doca de Santo Amaro, Doca e Gare Marítima de Alcântara. A área do estuário e respetivas docas é da gestão da APL.

Embora não constitua um elemento de ocupação superficial, a AP1 inclui o troço jusante do Caneiro de Alcântara (Campolide-Alcântara).

A presença da Ponte 25 de abril é outro elemento de destaque nesta zona e que permite a travessia rodoviária e ferroviária entre as duas margens do Rio Tejo.

No Quadro 6.01 apresenta-se uma síntese dos principais indicadores urbanos e suas áreas.

**Quadro 6.01. Síntese dos indicadores urbanísticos e respetiva área AP1 – Alcântara e Campo de Ourique**

<b>Indicador</b>	<b>Área total (km<sup>2</sup>)</b>	<b>Área total (%)</b>
Parque Edificado	1,18	18,75
Rede Viária	1,37	21,68
Passeios	0,30	4,77
Espaços Verdes	2,14	34,00
Estuário	0,41	6,50
Outros (ETAR, Cemitério, Logradouros, Escadas, etc.)	0,90	14,30
<b>TOTAL</b>	<b>6,30</b>	<b>100</b>

### **6.1.1. Evolução urbana**

Para a análise da evolução urbana da zona foi analisada cartografia histórica, datada de 1807, 1911 e 1950 (Figura 6.05).

Na imagem da esquerda verifica-se que a ocupação da área se cingia essencialmente à zona ribeirinha, verificando-se pontualmente algumas ocupações junto às margens da ribeira de Alcântara.

Em 1911 verifica-se uma expansão da ocupação para o interior, surgindo alguns bairros, entre eles o de Campo de Ourique. Já é visível o Cemitério dos Prazeres.

Na carta de 1950 observa-se um desenho urbano muito idêntico ao atual, não só no que se refere ao parque edificado mas, principalmente nas importantes intervenções relacionadas

com a mobilidade, designadamente a construção da Ponte 25 de Abril, os grandes eixos de via e a construção das linhas ferroviárias.



**Figura 6.05.** Cartografia histórica  
(esquerda: 1807 – Duarte Fava; centro:1911 – Silva Pinto; direita:1950)  
AP1 – Alcântara e Campo de Ourique  
(Fonte: Servidor de dados geográficos da CML)

Conforme acima referido o Caneiro de Alcântara é uma estrutura enterrada contudo, dada a sua importância na evolução urbana da AP1 serão tecidas algumas considerações relativas a este elemento.

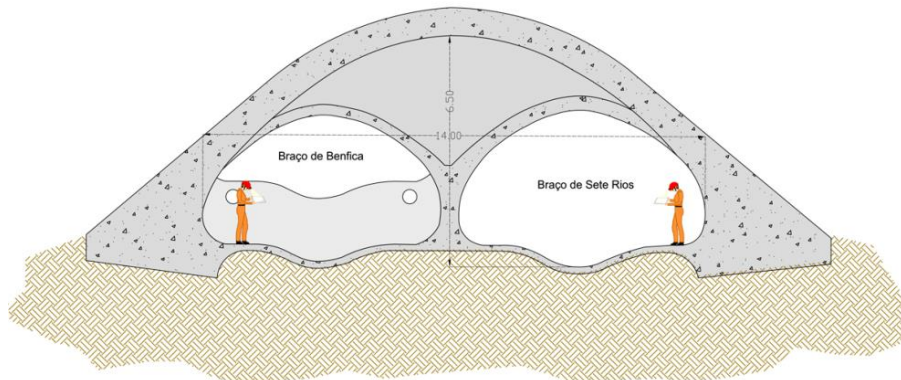
As obras do Caneiro tiveram início em 1944 e foram concluídas em 1967 (Figura 6.06). Além da redução dos problemas de salubridade, a sua edificação permitiu ainda o desenvolvimento urbano na zona do Vale de Alcântara (Fernandes de Sá, 2011).

É o maior coletor da cidade de Lisboa, com extensão aproximada de 10 km, e conduz os fluxos de água desde as Portas de Benfica até ao Rio Tejo (CML, 2020).

Drena uma área de cerca de 30 km<sup>2</sup> (20 km<sup>2</sup> no concelho de Lisboa) e exhibe troços com geometrias distintas. Nas Figuras 6.07 a 6.09 destacam-se o troço de confluência de fluxos provenientes de Benfica e Sete Rios e o troço marítimo do Caneiro.



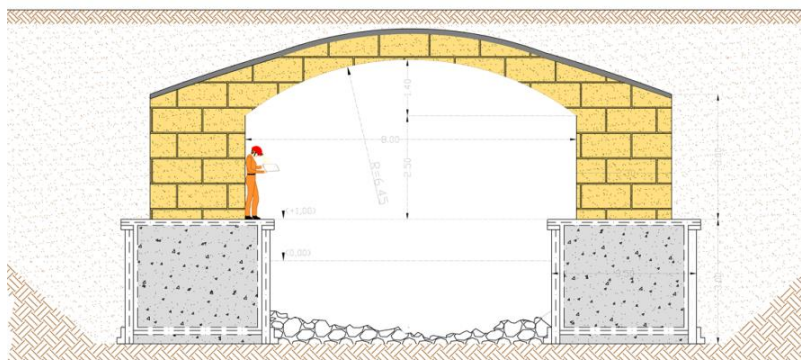
**Figura 6.06.** Obras de edificação do Caneiro de Alcântara  
(Fonte: Arquivo Municipal de Lisboa – PCSP-004-MAO-000676 – Folha 1 – CML, 2020)



**Figura 6.07.** Esquema do troço de confluência  
(Fonte: Arquivo do Departamento de Saneamento da CML – CML, 2020)



**Figura 6.08.** Imagem do troço de confluência  
(Fonte: Arquivo do Departamento de Marca e Comunicação da CML – CML, 2020)



**Figura 6.09.** Esquema do troço marítimo  
(Fonte: Arquivo do Departamento de Saneamento da CML – CML, 2020)

Esta infraestrutura apresenta inúmeras patologias relacionadas com os caudais excessivos (residuais e pluviais) mas, também resultante das intervenções urbanísticas realizadas na sua envolvente, que por vezes culminaram na sua rutura por elementos de fundação.

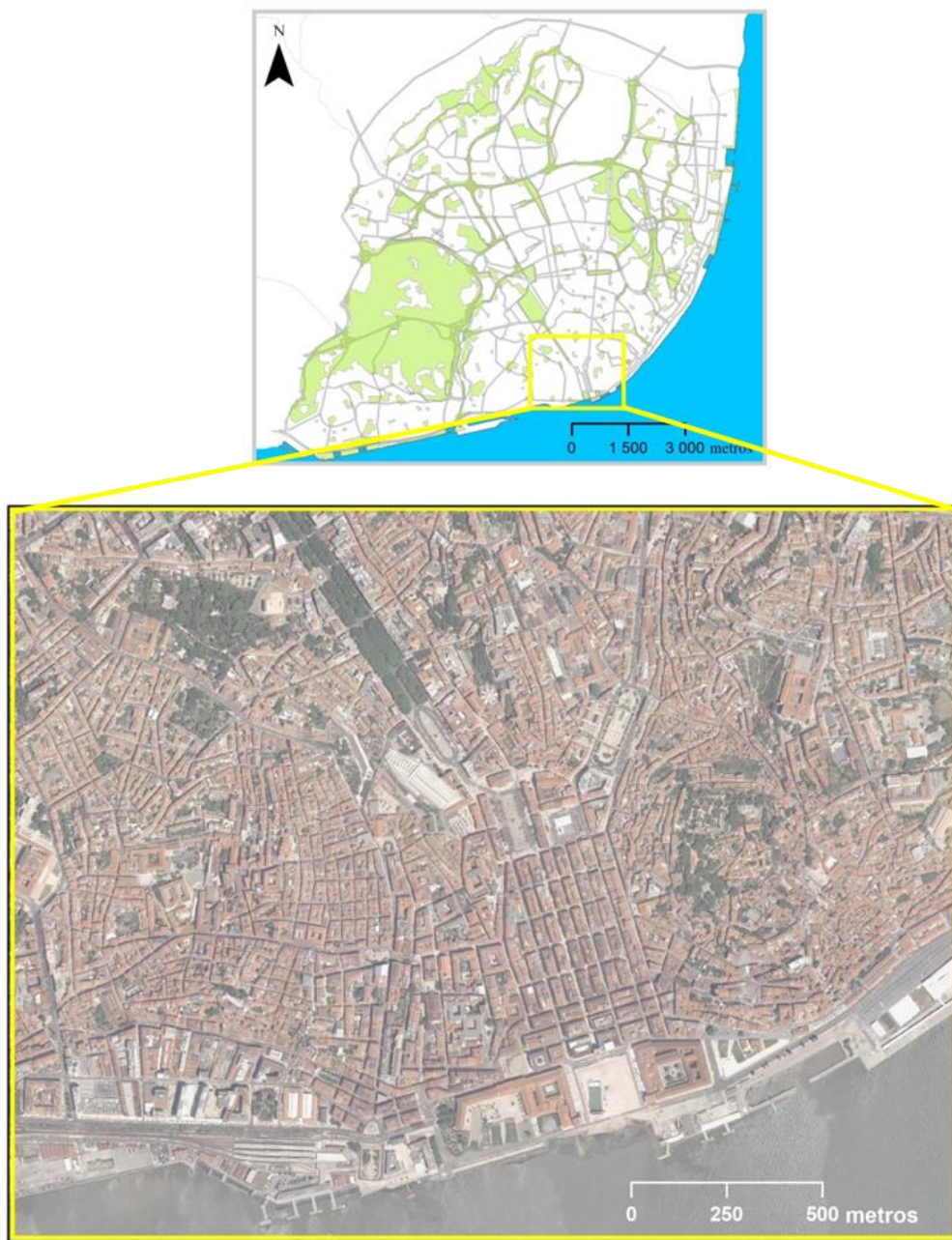
Recentemente foram efetuadas grandes intervenções no troço jusante de modo a comportar os caudais de ponta excessivos e visando a criação de um descarregador/interceptor com a função de desviar o caudal para a ETAR de Alcântara. Estas intervenções são resultado das medidas de controlo na origem e uso eficiente da água preconizadas no Plano Geral de Drenagem de Lisboa (PGDL).

Desde a vigência do atual PDM que a CML procurou definir um limite de proteção a esta infraestrutura contudo, uma vez que até muito recentemente se desconhecia a verdadeira geometria de alguns troços, esse limite era indicativo. Atualmente e em resultado dum levantamento de cadastro todo o traçado do Caneiro se encontra georreferenciado, permitindo desta forma a adoção de medidas preventivas ao nível do licenciamento urbanístico que impeçam a sua degradação e rutura por inúmeros elementos construtivos.

## **6.2. Centro Histórico – AP2**

A área piloto *Centro Histórico* abrange cerca de 4,70 km<sup>2</sup> e situa-se na zona centro-ribeirinha do concelho de Lisboa.

Abrange a zona do Bairro Alto, Carmo, Baixa Pombalina, Castelo, Martim Moniz, Alfama e Graça. O limite S é o Estuário do Tejo (Figura 6.10).



**Figura 6.10.** Ortofotocartografia AP2 – Centro Histórico  
(Fonte: DGT, 2018)

Em termos administrativos a AP2 inclui a freguesia de Misericórdia e Santa Maria Maior e parte do território das freguesias de Arroios, Estrela, Santo António e São Vicente.

No que se refere à gestão territorial, além do PDM, as operações urbanísticas nesta zona seguem o previsto nos elementos constituintes dos seguintes IGT eficazes: PU do Núcleo Histórico do Bairro Alto e Bica, PU Núcleo Histórico de Alfama e Colina do Castelo, PU do Núcleo Histórico da Mouraria, PU da Avenida da Liberdade e Zona Envolvente, PP do Parque Mayer, PP do Aterro da Boavista Nascente, PP do Aterro da Boavista Poente, PP de Salvaguarda da Baixa Pombalina e PPRU da Madragoa.

A ocupação urbana superficial é materializada pelo parque edificado, composto por 8593 edifícios, pela rede viária, passeios e alguns espaços verdes de enquadramento, recreio e lazer (Figura 6.11).

Na rede viária destacam-se a Av. 24 de Julho e a Av. da Liberdade.



**Figura 6.11.** Ocupação superficial do território e rede de mobilidade urbana AP2 – Centro Histórico

(Fonte: Servidor de dados geográficos da CML)

O sistema de mobilidade urbana é composto pela rede rodoviária, linha do elétrico e infraestrutura ferroviária (Linha de Cascais e de Sintra). Em subsolo regista-se a rede do metropolitano (Linhas Amarela, Azul e Verde).

À semelhança da AP1 esta zona também beneficia de rede de transporte marítimo exibindo quatro pontos de interface fluvial: Gare Marítima do Cais do Sodré, Estação Fluvial do Terreiro do Paço, Doca da Marinha e do Jardim do Tabaco. Esta área tem gestão da APL e da CML.



No Quadro 6.02 apresenta-se uma síntese dos principais indicadores urbanos e suas áreas.

**Quadro 6.02. Síntese dos indicadores urbanísticos e respetiva área  
AP2 – Centro Histórico**

<b>Indicador</b>	<b>Área total (km<sup>2</sup>)</b>	<b>Área total (%)</b>
Parque Edificado	1,93	41,10
Rede Viária	0,69	14,69
Passeios	0,57	12,14
Espaços Verdes	0,33	7,03
Estuário	0,62	13,20
Outros (Logradouros, Escadas, etc.)	0,56	11,84
<b>TOTAL</b>	<b>4,70</b>	<b>100</b>

### **6.2.1. Evolução urbana**

Esta área piloto corresponde ao núcleo central onde se fixaram as primeiras populações que ocuparam Lisboa, de acordo com vestígios arqueológicos encontrados em inúmeras escavações (Valera, 2014), a sua origem remonta ao Período Neolítico.

A zona beneficiava do posicionamento estratégico junto ao Rio Tejo e da morfologia acidentada que promovia igualmente condições naturais para a sua defesa (Leitão, 2014). Estas características aliadas ao clima ameno e abundância de água tornavam-na ideal para a fixação das populações.

Esta zona sofreu a ocupação de vários povos ao longo dos séculos. De destacar a ocupação romana e a ocupação árabe que deixaram inúmeros elementos ainda hoje visíveis na cidade, designadamente o Castelo de São Jorge e o desenvolvimento da zona de Alfama, aproveitando as águas quentes da zona.

De referir que no fim da ocupação árabe (1147) a cidade de Lisboa ocupava uma área de 15 ha (0,15 km<sup>2</sup>), delimitada pela *Cerca Moura* (Leitão, 2014).

Com a construção da Muralha Fernandina, que se prolongava até à zona mais baixa, em 1375, a cidade passou a ocupar uma área de 103ha (1,03 km<sup>2</sup>) - Figura 6.12 (Leitão, 2014).



**Figura 6.12.** Limites da cidade de Lisboa em 1375  
(Fonte: Leitão, 2014)

Com a cessação das invasões a cidade começa a crescer para a periferia, surgindo várias urbanizações nas colinas.

O sismo de 1 de novembro de 1755 destruiu a quase totalidade da cidade.

O plano de reconstrução de Marquês de Pombal deu origem a um centro urbano cujos quarteirões exibiam edifícios com uma disposição ordenada, separados por largas vias e culminando em largas praças – Baixa Pombalina (Figura 6.13). Estes edifícios foram os primeiros a incluir estruturas de suporte antissísmicas - estruturas em gaiola.



**Figura 6.13.** Baixa Pombalina pós terramoto  
(Fonte: Cartografia de Carlos Mardel - 1756)

Ao longo do séc. XX a cidade foi-se consolidando e na carta de 1950 (Figura 6.14) a zona já se apresenta totalmente consolidada, com desenho urbano muito idêntico ao atual. Esta zona é claramente uma área de reabilitação urbana.



**Figura 6.14.** Cartografia histórica - 1950  
AP2 – Centro Histórico  
(Fonte: Servidor de dados geográficos da CML)

### **6.3. Chelas e Areeiro – AP3**

A área piloto *Chelas e Areeiro* ocupa cerca de 5,16 km<sup>2</sup> e situa-se na zona oriental do concelho de Lisboa.

Abrange parte do Areeiro, Penha de França, Olaias e o vale da Ribeira de Chelas (Figura 6.15).

Em termos administrativos a AP3 abrange parte do território das freguesias de Alvalade, Areeiro, Arroios, Beato, Marvila e Penha de França.

No que se refere à gestão territorial, além do PDM, as operações urbanísticas nesta zona seguem o previsto nos elementos constituintes dos seguintes IGT eficazes: PU do Vale de Santo António e PP do Casal do Pinto.



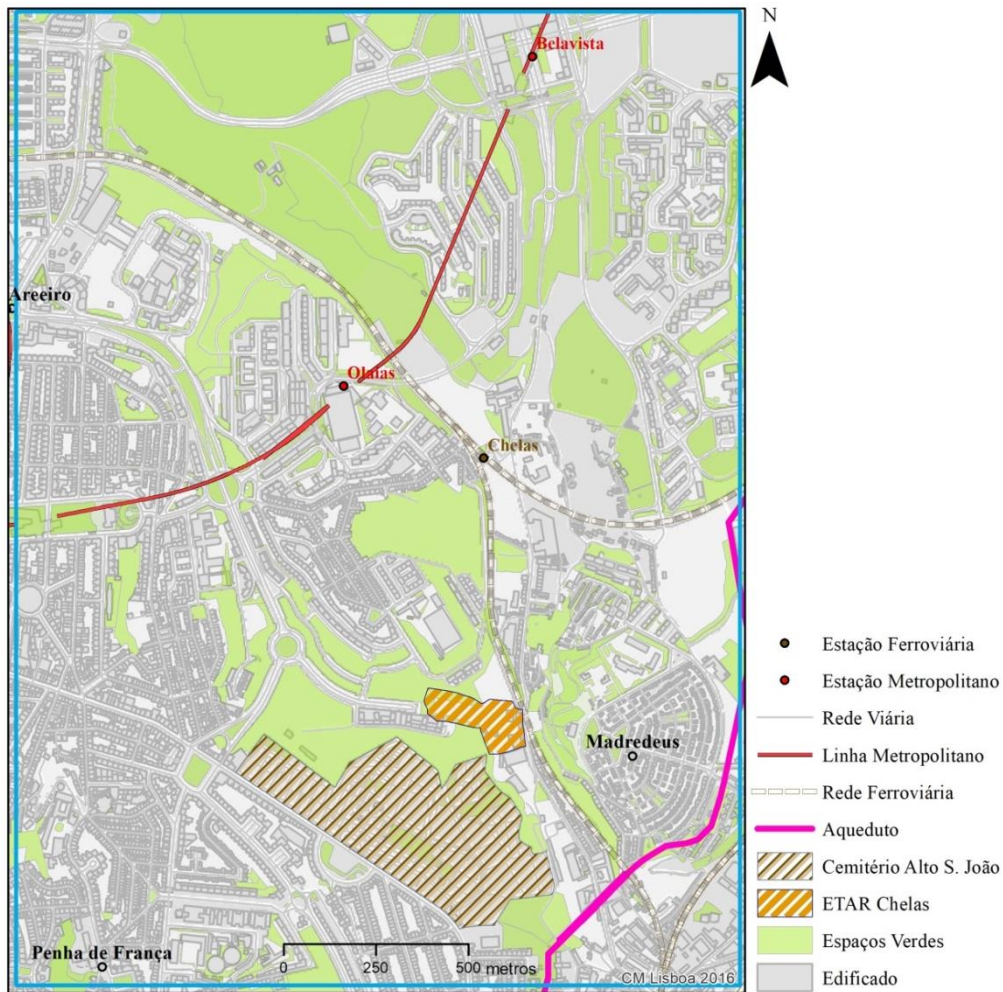
**Figura 6.15.** Ortofotocartografia AP3 – Chelas e Areiro  
(Fonte: DGT, 2018)

A ocupação urbana superficial é materializada pelo parque edificado, composto por 5193 edifícios, pela rede viária, passeios, pelo Parque da Belavista e outros espaços verdes de enquadramento, recreio e lazer (Figura 6.16).

A rede viária engloba os seguintes eixos estruturantes: Av. dos Estados Unidos da América e a Av. Marechal Francisco da Costa Gomes.

De destacar a existência de uma Estação de Tratamento de Águas Residuais – ETAR de Chelas, do Cemitério do Alto de São João e dum troço do Aqueduto do Alviela, estrutura hidráulica edificada entre 1871 e 1880 para abastecimento da zona oriental de Lisboa (CML, 1941). Tal como o Aqueduto das Águas Livres, também se encontra desativada.

O sistema de mobilidade urbana é composto pela rede rodoviária e infraestrutura ferroviária (Linha de Cintura). Em subsolo regista-se a rede do metropolitano (Linha Vermelha).



**Figura 6.16.** Ocupação superficial do território e rede de mobilidade urbana AP3 – Chelas e Areiro (Fonte: Servidor de dados geográficos da CML)

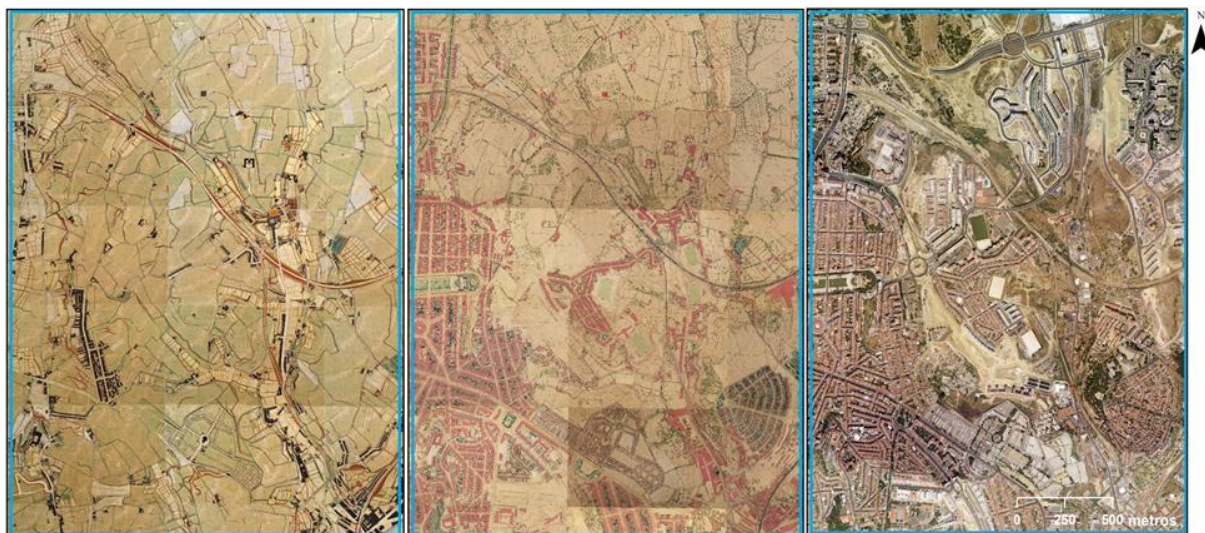
No Quadro 6.03 apresenta-se uma síntese dos principais indicadores urbanos e suas áreas.

**Quadro 6.03. Síntese dos indicadores urbanísticos e respetiva área AP3 – Chelas e Areiro**

Indicador	Área total (km <sup>2</sup> )	Área total (%)
Parque Edificado	1,02	19,77
Rede Viária	0,93	18,06
Passeios	0,87	16,86
Espaços Verdes	1,48	28,68
Outros (ETAR, Cemitério, Logradouros, Escadas, etc.)	0,86	16,63
<b>TOTAL</b>	<b>5,16</b>	<b>100</b>

### 6.3.1. Evolução urbana

Para a análise da evolução urbana da zona foi analisada cartografia histórica, datada de 1911, 1950 e 2001 (Figura 6.17).



**Figura 6.17.** Cartografia histórica  
(esquerda: 1911 – Silva Pinto; centro: 1950; direita: 2001)  
AP3 – Chelas e Areeiro  
(Fonte: Servidor de dados geográficos da CML)

Na imagem da esquerda verifica-se que a ocupação da área era muito pontual sendo a zona composta por diversas explorações agrícolas. Em 1950 verifica-se uma expansão da ocupação, surgindo alguns bairros no Areeiro, Penha de França e o bairro Madreus. Já é visível o Cemitério do Alto de São João.

A zona de Chelas sofreu intervenções na década de 90, nomeadamente o prolongamento de troços fundamentais de rede viária e o desenvolvimento de projetos de iniciativa municipal visando o realojamento resultante das mudanças urbanas noutros pontos da cidade (ABAP, 2009).

Na cartografia de 2001 observa-se um desenho urbano muito idêntico ao atual no que se refere ao parque edificado e à rede de mobilidade.

### **6.4. Parque das Nações e Olivais - AP4**

A área piloto *Parque das Nações e Olivais* ocupa cerca de 5,68 km<sup>2</sup> e situa-se na zona oriental do concelho de Lisboa.

Em termos administrativos a AP4 abrange parte do território das freguesias de Parque das Nações, Olivais e Marvila. O limite E é o Estuário do Tejo (Figura 6.18).

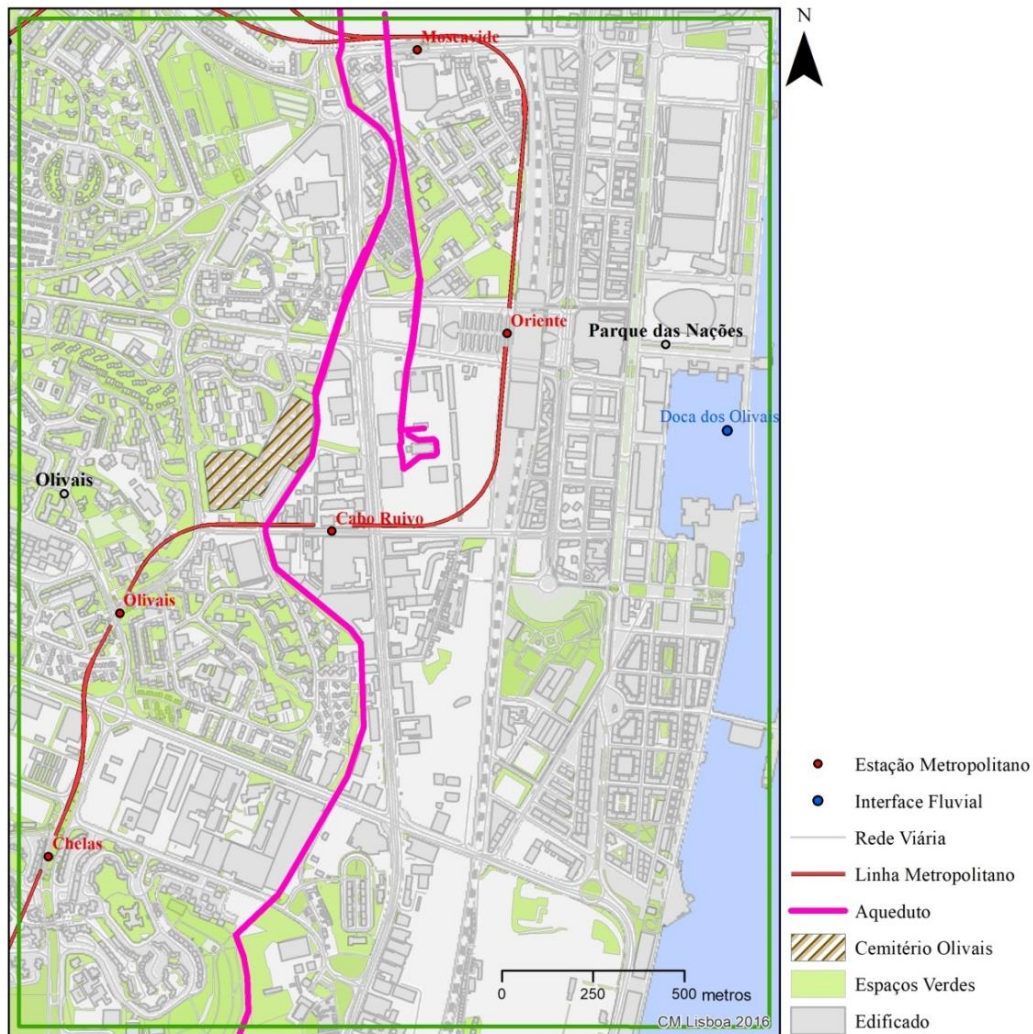


**Figura 6.18.** Ortofotocartografia AP4 – Parque das Nações e Olivais  
(Fonte: DGT, 2018)

No que se refere à gestão territorial, além do PDM, as operações urbanísticas nesta zona seguem o previsto nos elementos constituintes dos seguintes IGT eficazes: PU da Expo, PP do Parque Oriente, PP da Matinha, PP Zona Sul da Expo, PP Zona Central, PP do Recinto da EXPO, PP Zona Norte da Expo e PP do Parque Tejo.

A ocupação urbana superficial é materializada pelo parque edificado, composto por 2153 edifícios, pela rede viária, passeios, pelo Parque do Vale Fundão e outros espaços verdes de enquadramento, recreio e lazer (Figura 6.19).

A rede viária engloba os seguintes eixos estruturantes: Av. Infante Dom Henrique, Av. Marechal Gomes da Costa, Av. de Pádua e Av. de Berlim.



**Figura 6.19.** Ocupação superficial do território e rede de mobilidade urbana  
 AP4 – Parque das Nações e Olivais  
 (Fonte: Servidor de dados geográficos da CML)

A zona inclui o Cemitério dos Olivais e um troço dos Aquedutos do Alviela e do Tejo. O Aqueduto do Tejo começou a ser edificado em 1935 e entrou em funcionamento em 1940. Efetuava a captação das águas do Tejo, transportando-as para uma estação elevatória que as conduzia para a rede de distribuição da cidade de Lisboa. É nesta época que o abastecimento de água foi alargado aos concelhos vizinhos (EPAL, 2008).

Esta zona engloba uma das principais interfaces da cidade, a Gare do Oriente.

Exibe interface fluvial através da Doca dos Olivais e a área do estuário e respetiva doca é da gestão da CML.

No Quadro 6.04 apresenta-se uma síntese dos principais indicadores urbanos e suas áreas.



**Quadro 6.04. Síntese dos indicadores urbanísticos e respetiva área  
AP4 – Parque das Nações e Olivais**

<b>Indicador</b>	<b>Área total (km<sup>2</sup>)</b>	<b>Área total (%)</b>
Parque Edificado	1,26	22,18
Rede Viária	1,03	18,13
Passeios	0,89	15,67
Espaços Verdes	0,86	15,14
Estuário	0,38	6,70
Outros (Cemitério, Logradouros, Escadas, etc.)	1,26	22,18
<b>TOTAL</b>	<b>5,68</b>	<b>100</b>

#### **6.4.1. Evolução urbana**

Para a análise da evolução urbana da zona foi analisada cartografia histórica, datada de 1911, 1950, 1987 e 2001 (Figura 6.20).

Na imagem superior esquerda (1911), verifica-se que a ocupação da área era muito pontual, destacando-se um alinhamento, de direção N-S, correspondente à linha ferroviária. Em 1950 verifica-se uma expansão da ocupação, maioritariamente de cariz industrial. Verifica-se igualmente um ganho de território ao Rio Tejo.

A imagem inferior esquerda (1987) é a que melhor ilustra a densa ocupação industrial da área, sendo visíveis inúmeros depósitos de combustível.

Esta imagem antecede a transformação urbana da zona ocorrida na década de 90 em virtude do local ter sido selecionado para acolher a Exposição Internacional que se realizou em 1998.

A zona em estudo sofreu importantes obras de reconversão, passando de um espaço com características predominantemente industriais para uma área urbana (habitação, comércio e serviços). Entre as principais obras ocorridas destaca-se a desativação das unidades industriais, maioritariamente relacionadas com a atividade petrolífera e portuária, a que se seguiu a limpeza e descontaminação de solos.



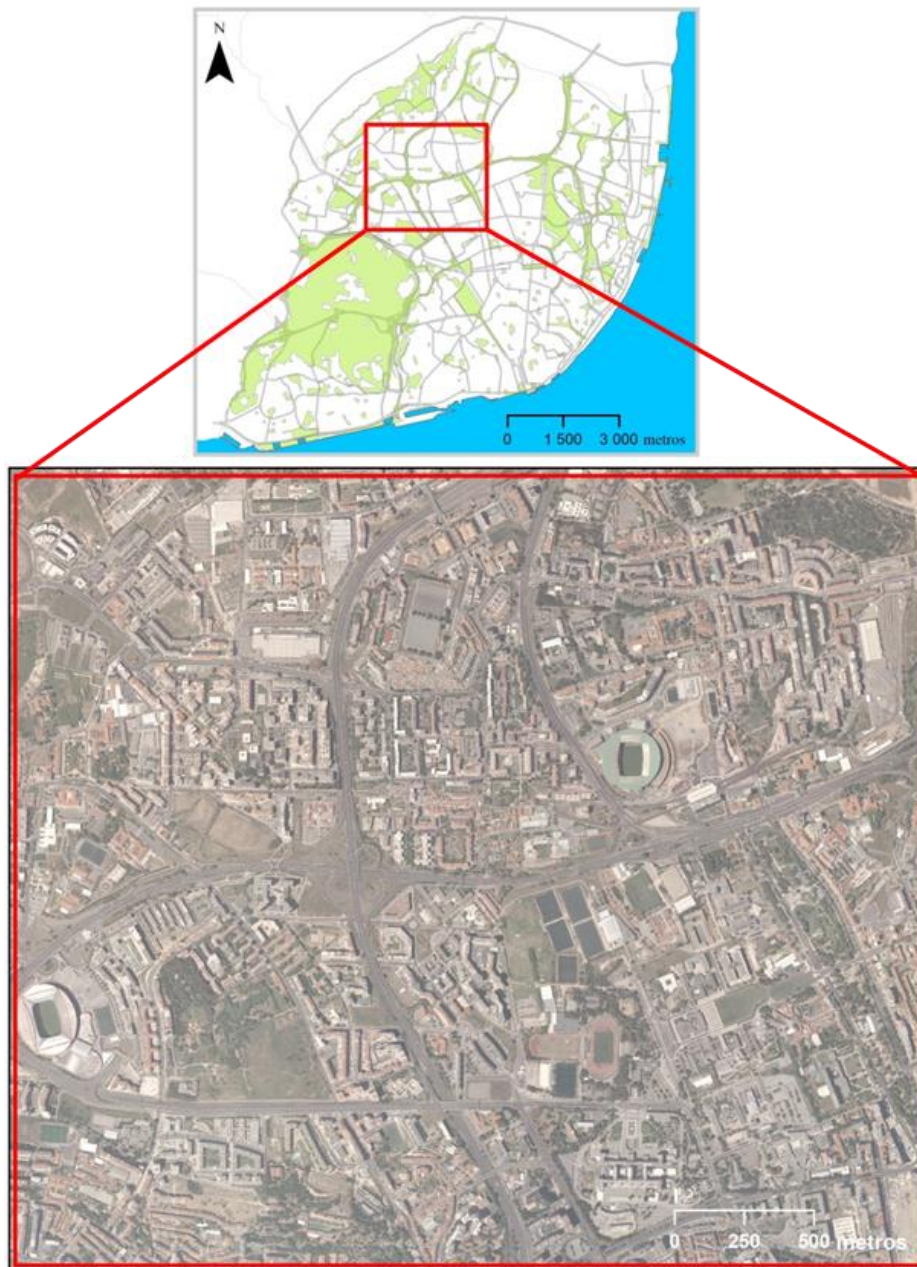
**Figura 6.20.** Cartografia histórica  
(topo esquerdo: 1911 – Silva Pinto; topo direito: 1950; base esquerda: 1987; base direita: 2001)  
AP4 – Parque das Nações e Olivais  
(Fonte: Servidor de dados geográficos da CML)

Os trabalhos de modelação de terrenos que se seguiram tiveram como propósito a implementação de infraestruturas básicas, assim como o desenvolvimento da rede viária e dos blocos habitacionais atualmente existentes.

## **6.5. Telheiras e Campo Grande - AP5**

A área piloto *Telheiras e Campo Grande* ocupa cerca de 9,16 km<sup>2</sup> e situa-se na zona norte-ocidental do concelho de Lisboa.

Abrange a zona de Telheiras, Campo Grande e Alto dos Moinhos (Figura 6.21).

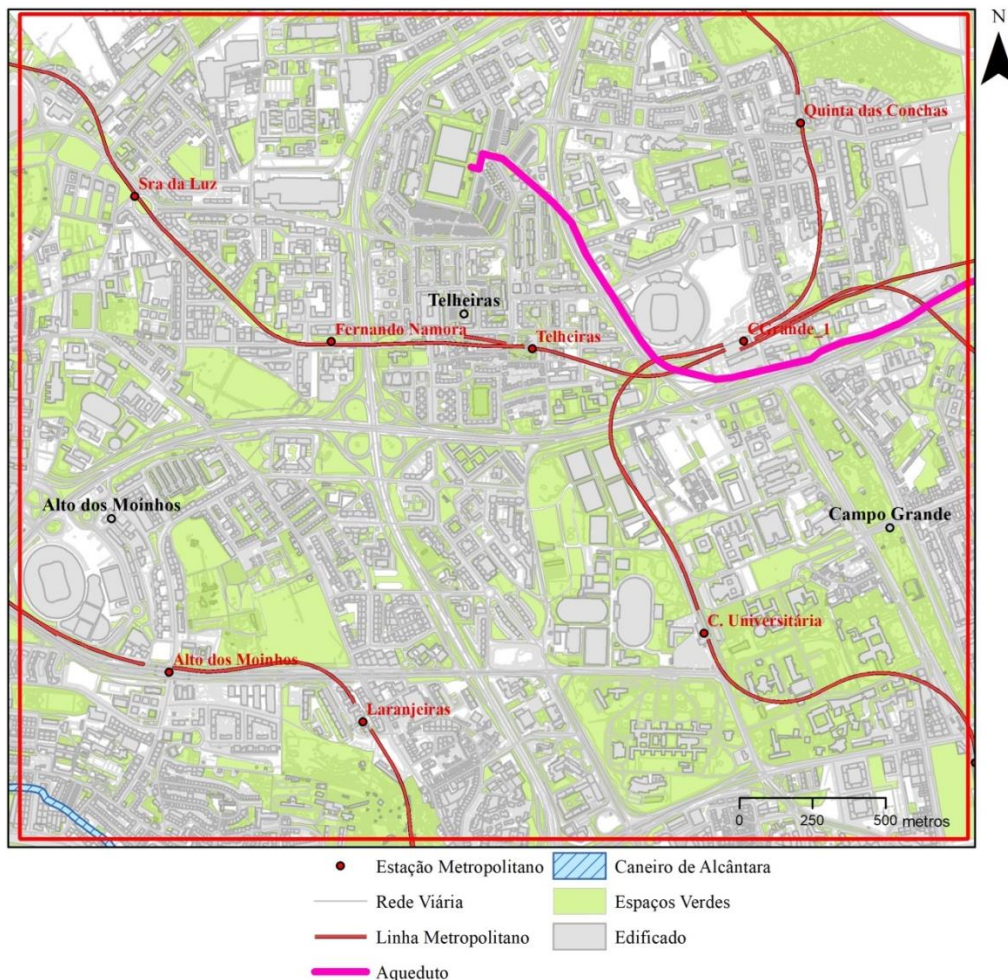


**Figura 6.21.** Ortofotocartografia AP5 – Telheiras e Campo Grande  
(Fonte: DGT, 2018)

Em termos administrativos a AP5 abrange parte do território das freguesias de Alvalade, Carnide, Lumiar e São Domingos de Benfca.

No que se refere à gestão territorial, além do PDM, as operações urbanísticas nesta zona seguem o previsto nos elementos constituintes dos seguintes IGT eficazes: PU de Carnide/Luz, PU da Alta do Lumiar, PP do Eixo Urbano Luz/Benfica, PP da Palma de Baixo e PP Alvalade XXI.

A ocupação urbana superficial é materializada pelo parque edificado, composto por 4298 edifícios, pela rede viária, passeios, pelo Parque Urbano da Quinta das Conchas, Parque Bensaúde, Jardim do Campo Grande e outros espaços verdes de enquadramento, recreio e lazer (Figura 6.22).



**Figura 6.22.** Ocupação superficial do território e rede de mobilidade urbana  
AP5 – Telheiras e Campo Grande  
(Fonte: Servidor de dados geográficos da CML)

A zona engloba vários eixos estruturantes da cidade, designadamente a Av. General Norton de Matos, o Eixo Norte-Sul, Av. Padre Cruz, Av. Lusíada e a Alameda das Linhas de Torres.

O sistema de mobilidade urbana é composto pela rede rodoviária e em subsolo pelo metropolitano (Linhas Amarela, Azul, Verde e Vermelha).

Abrange um troço do Caneiro de Alcântara e da Adutora Vila Franca de Xira – Telheiras

No Quadro 6.05 apresenta-se uma síntese dos principais indicadores urbanos e suas áreas.

**Quadro 6.05. Síntese dos indicadores urbanísticos e respetiva área  
AP5 – Telheiras e Campo Grande**

<b>Indicador</b>	<b>Área total (km<sup>2</sup>)</b>	<b>Área total (%)</b>
Parque Edificado	2,00	21,83
Rede Viária	2,04	22,2
Passeios	0,85	9,28
Espaços Verdes	2,88	31,44
Outros (Logradouros, Escadas, etc.)	1,39	15,17
<b>TOTAL</b>	<b>9,16</b>	<b>100</b>

### **6.5.1. Evolução urbana**

Para a análise da evolução urbana da zona foi analisada cartografia histórica, datada de 1911, 1950, 1970 e 1983 (Figura 6.23).

Na imagem superior esquerda (1911), verifica-se que a ocupação da área era muito pontual verificando-se a existência de várias quintas.

Em 1950 verifica-se uma expansão da ocupação e das zonas verdes, sendo visível o Jardim do Campo Grande, o Estádio José de Alvalade e a Cidade Universitária.

Em 1970 destaca-se um dos principais eixos viários da zona, a Av. General Norton de Matos e o Estádio da Luz.

Esta zona teve grande desenvolvimento na década de 70 quando a EPUL (Empresa Pública de Urbanização de Lisboa) construiu o primeiro núcleo urbano na zona de Telheiras.

A zona foi sofrendo expansão nos últimos anos e cresceu na envolvente desses eixos viários até à sua ocupação atual.



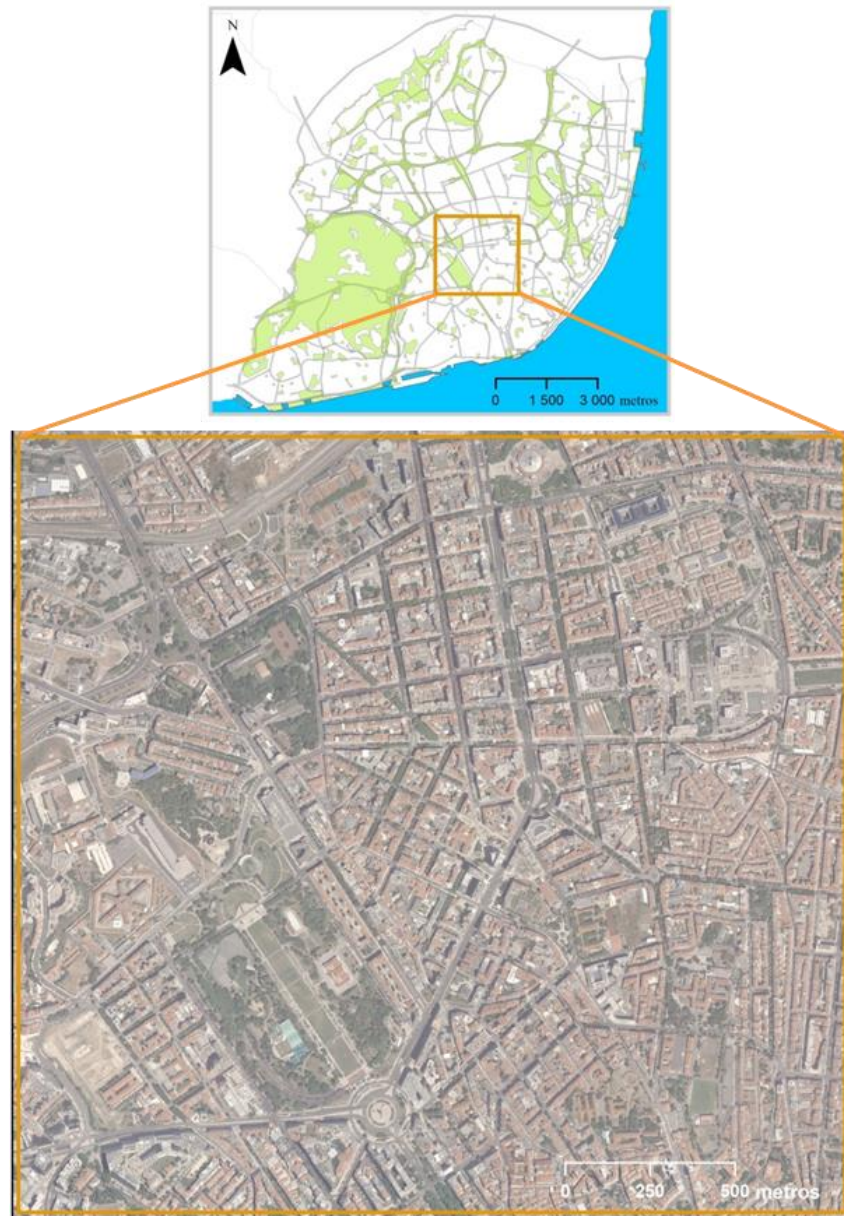
**Figura 6.23.** Cartografia histórica  
(topo esquerdo: 1911 – Silva Pinto; topo direito: 1950; base esquerda: 1970; base direita: 2003)  
AP5 – Telheiras e Campo Grande  
(Fonte: Servidor de dados geográficos da CML)

## **6.6. Avenidas Novas - AP6**

A área piloto Avenidas Novas ocupa cerca de 5,57 km<sup>2</sup> e situa-se na zona centro do concelho de Lisboa (Figura 6.24).

Abrange a zona do Marquês de Pombal, Saldanha, Campo Pequeno e Praça de Espanha.

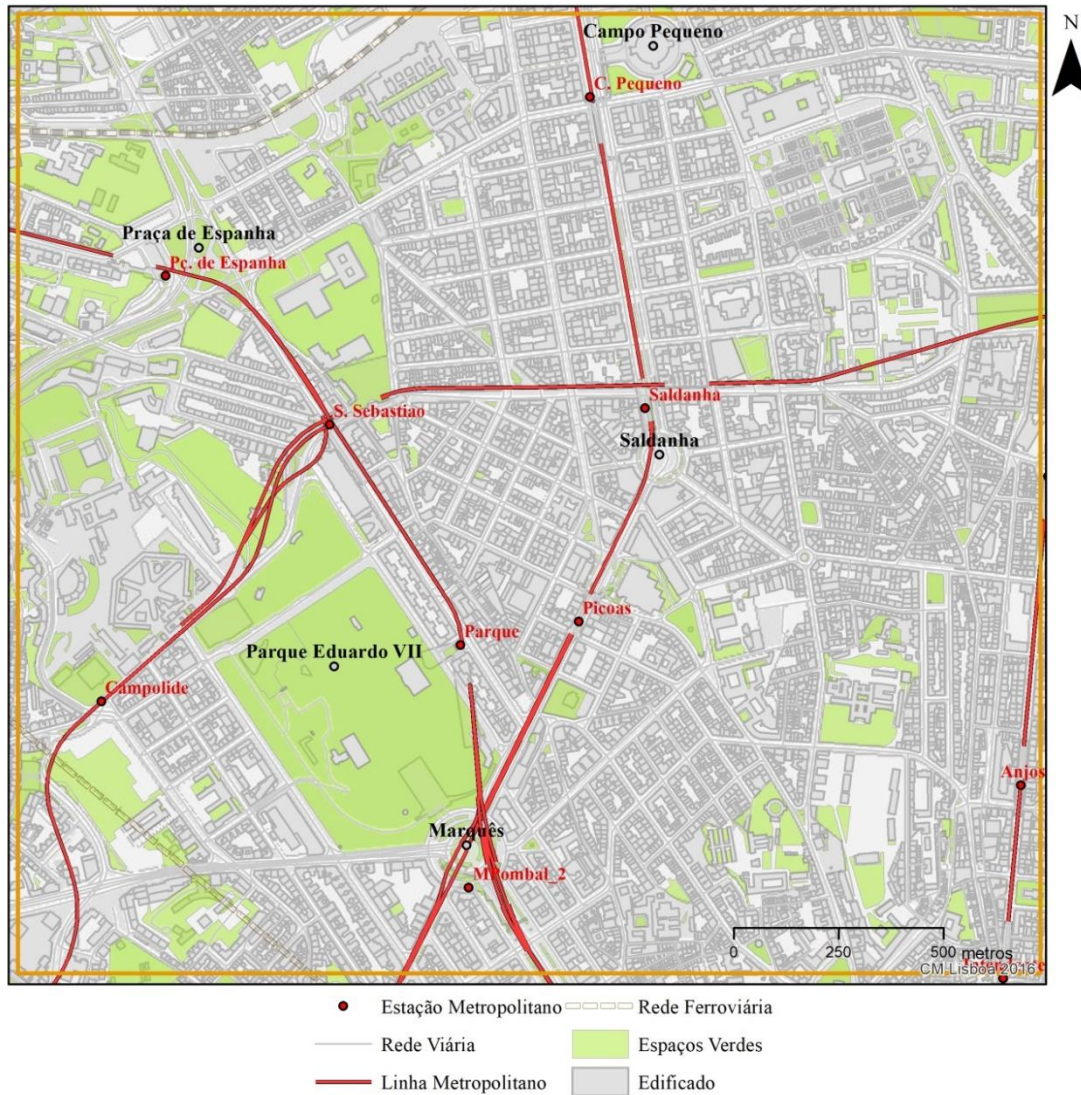
Em termos administrativos a AP6 abrange parte do território das freguesias Areeiro, Arroios, Avenidas Novas, Campolide, Campo de Ourique, Santo António e São Domingos de Benfica.



**Figura 6.24.** Ortofotocartografia AP6 – Avenidas Novas  
(Fonte: DGT, 2018)

No que se refere à gestão territorial, além do PDM, as operações urbanísticas nesta zona seguem o previsto nos elementos constituintes dos seguintes IGT eficazes: PU da Avenida da Liberdade e Zona Envolvente, PP da Artilharia Um, PP das Amoreiras, PP do Campus de Campolide e PP da Av. José Malhoa.

A ocupação urbana superficial é materializada pelo parque edificado, composto por 6307 edifícios, pela rede viária, passeios, pelo Parque Eduardo VII de Inglaterra, Estufa-fria, Jardim Amália Rodrigues e outros espaços verdes de enquadramento, recreio e lazer (Figura 6.25).



**Figura 6.25.** Ocupação superficial do território e rede de mobilidade urbana  
 AP6 – Avenidas Novas  
 (Fonte: Servidor de dados geográficos da CML)

A rede viária é bastante hierarquizada, destacando-se os seguintes eixos estruturantes: Rua Joaquim António de Aguiar, Av. Fontes Pereira de Melo, Av. António Augusto de Aguiar, Av. da República e Av. de Berna.

O sistema de mobilidade urbana é composto pela rede rodoviária, infraestrutura ferroviária (Linha de Cintura e Linha de Sintra) e em subsolo pelo metropolitano (Linhas Amarela, Azul, Verde e Vermelha).

No Quadro 6.06 apresenta-se uma síntese dos principais indicadores urbanos e suas áreas.



**Quadro 6.06. Síntese dos indicadores urbanísticos e respetiva área  
AP6 – Avenidas Novas**

<b>Indicador</b>	<b>Área total (km<sup>2</sup>)</b>	<b>Área total (%)</b>
Parque Edificado	2,04	36,62
Rede Viária	1,16	20,84
Passeios	0,97	17,41
Espaços Verdes	0,99	17,77
Outros (Logradouros, Escadas, etc.)	0,41	7,36
<b>TOTAL</b>	<b>5,57</b>	<b>100</b>

### **6.6.1. Evolução urbana**

Para a análise da evolução urbana da zona foi analisada cartografia histórica, datada de 1911 e 1950.

Na Figura 6.26 verifica-se uma ocupação significativa da área sendo igualmente já visíveis os principais eixos viários.

Atendendo a que esta zona confina com o centro histórico, seria de esperar este desenvolvimento uma vez que ocorreu grande expansão na zona envolvente à Baixa Pombalina a partir do séc. XIX.

A zona do Parque Eduardo VII de Inglaterra, era à data, a frente de exploração de uma pedreira de basalto (Figura 6.27).

Em 1950 esta zona da cidade já se encontrava densamente urbanizada, com um desenho urbano muito próximo do atual (Figura 6.28).

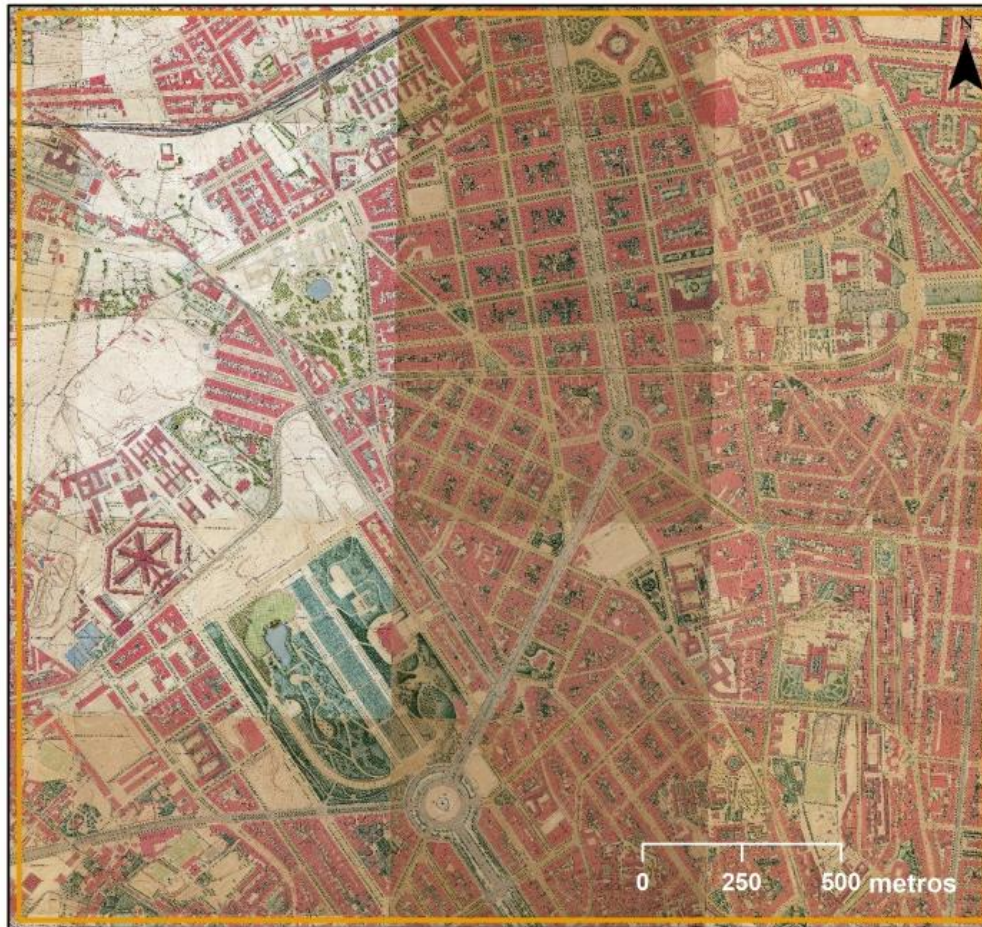
Claramente trata-se de uma zona de reabilitação urbana.



**Figura 6.26.** Cartografia Histórica 1911 – Silva Pinto  
AP6 – Avenidas Novas  
(Fonte: Servidor de dados geográficos da CML)



**Figura 6.27.** Pedreira de Basalto  
(Fonte: Arquivo Municipal de Lisboa, CML, 1941)



**Figura 6.28.** Cartografia histórica - 1950  
AP6 – Avenidas Novas  
(Fonte: Servidor de dados geográficos da CML)



**PARTE III**

---



## Capítulo 7 – Amostragem e análise dos dados

---

A cartografia geológica do século XIX, cuja qualidade é ainda hoje reconhecida, procura essencialmente uma representação gráfica bidimensional da informação geológica de superfície, considerando as diversas unidades litostratigráficas (Culshaw e Ellison, 2002). No entanto, apesar da integração de importantes elementos, como perfis geológicos interpretativos das principais estruturas geológicas, do ponto de vista da Geologia de Engenharia, continua a ter como principais lacunas a deficiente representação dos depósitos superficiais, das litologias e das propriedades dos materiais.

No caso de áreas urbanas como Lisboa, o enorme volume de dados obtidos durante mais de um século de trabalhos de prospeção e reconhecimento permitiu colmatar a ausência de informação superficial devida à ocupação urbana, possibilitando ainda uma análise das principais condicionantes de ordem geológica de cada parcela do território.

No decorrer do presente capítulo apresentar-se-á, para cada área piloto, a distribuição espacial da amostragem selecionada assim como, a análise dos dados que serão modelados nos capítulos subsequentes.

### **7.1. Amostragem**

Nesta seção pretende-se caracterizar as áreas piloto no que se refere à quantidade e distribuições das sondagens geológicas, geotécnicas e hidrogeológicas disponíveis.

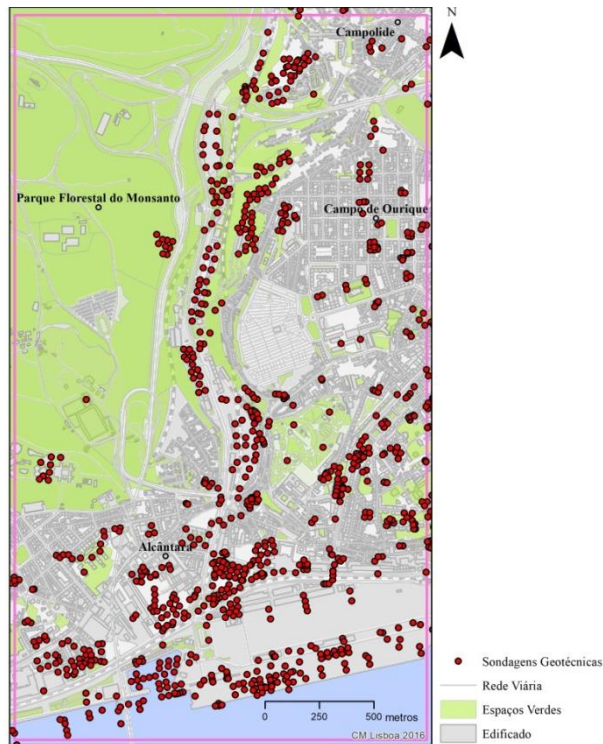
O Quadro 7.01 reflete o número de pontos de amostragem que serão analisados em cada zona piloto.

**Quadro 7.01. Pontos de amostragem**

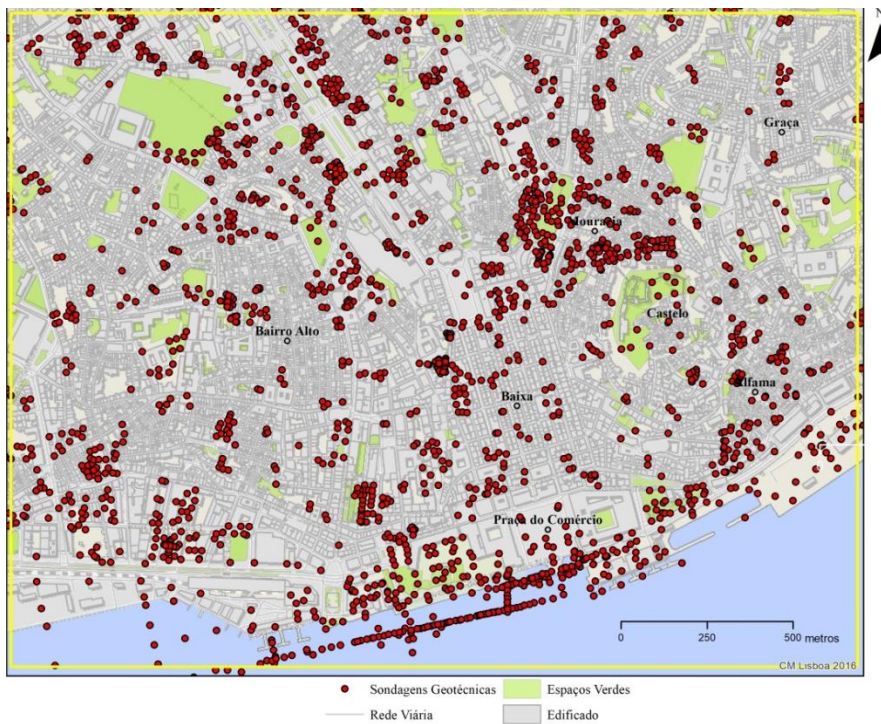
<b>Área piloto</b>	<b>Nr. sondagens geotécnicas</b>
AP1	879
AP2	1868
AP3	698
AP4	1240
AP5	1389
AP6	1228
<b>TOTAL</b>	<b>7302</b>

As 7302 sondagens selecionadas correspondem a 58,8% da amostra total disponível à data de elaboração da análise.

A sua distribuição espacial, por área piloto, é apresentada nas Figuras 7.01 a 7.06.



**Figura 7.01.** Distribuição dos pontos de amostragem - AP1 – Alcântara e Campo de Ourique (Fonte: GeoSIG)



**Figura 7.02.** Distribuição dos pontos de amostragem – AP2 – Centro Histórico (Fonte: GeoSIG)



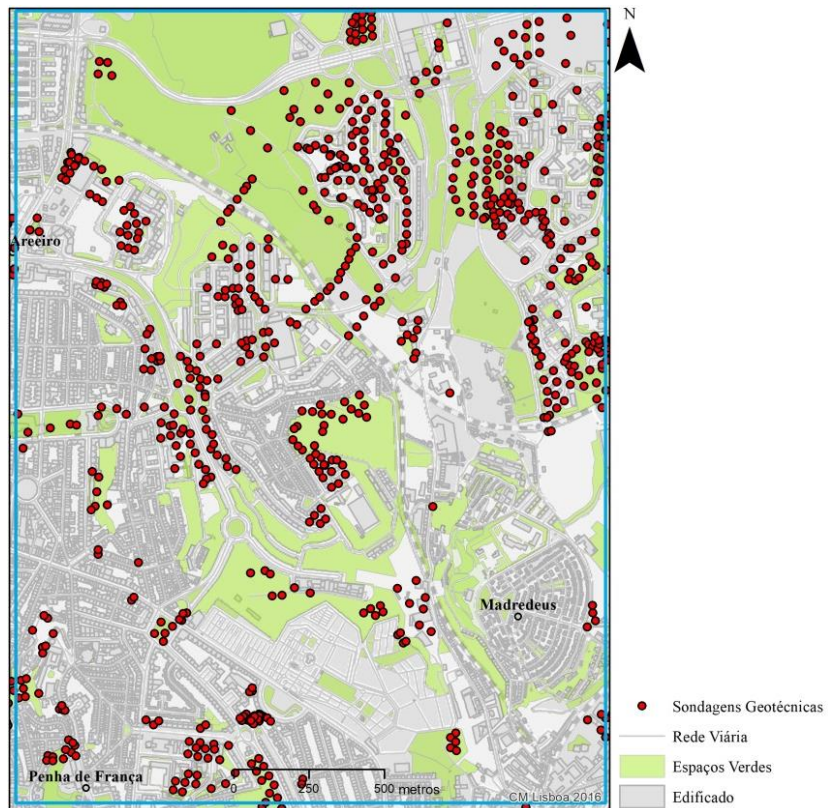


Figura 7.03. Distribuição dos pontos de amostragem – AP3 – Chelas e Areiro (Fonte: GeoSIG)

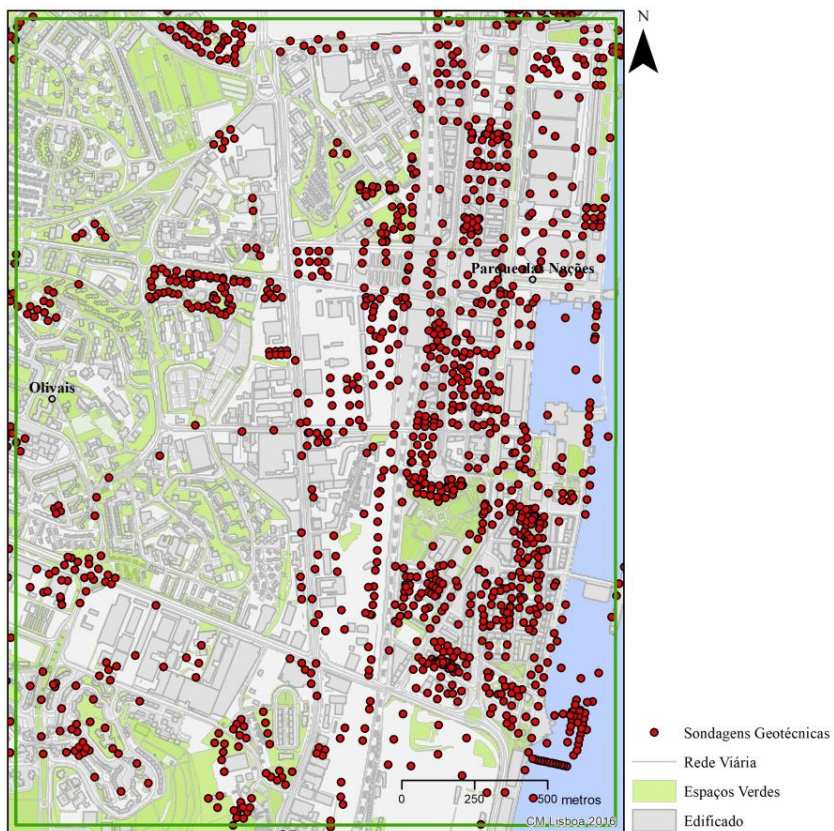
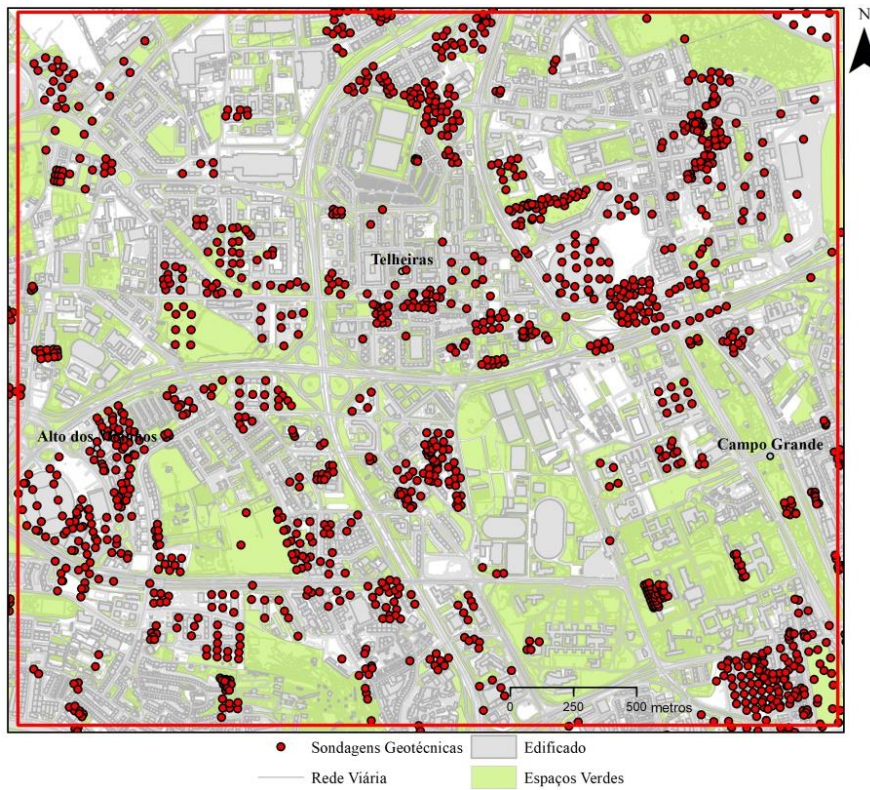
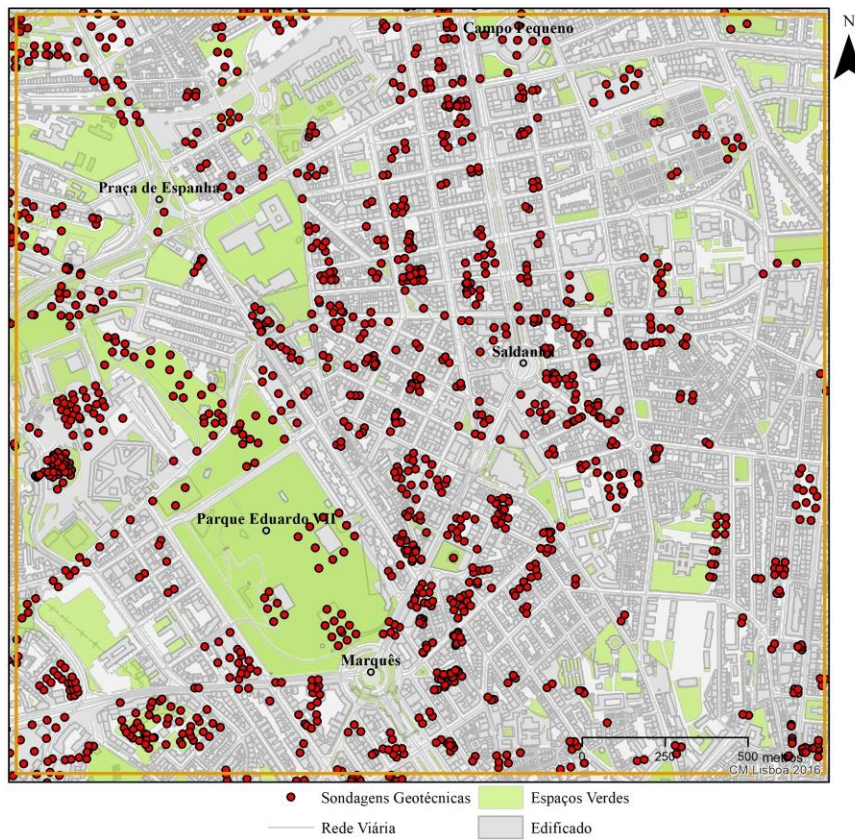


Figura 7.04. Distribuição dos pontos de amostragem – AP4 – Parque das Nações e Olivais (Fonte: GeoSIG)



**Figura 7.05.** Distribuição dos pontos de amostragem – AP5 – Telheiras e Campo Grande (Fonte: GeoSIG)



**Figura 7.06.** Distribuição dos pontos de amostragem – AP6 – Avenidas Novas (Fonte: GeoSIG)

O Quadro 7.02 sintetiza informação estatística relativa aos pontos de amostragem.

**Quadro 7.02. Indicadores estatísticos dos pontos de amostragem**

Áreas Piloto	Profundidade total intersetada (m)	Mediana da profundidade das sondagens (m)	Profundidade máxima atingida (m)
AP1 – Alcântara e Campo de Ourique	13.021,0	12,8	53,8
AP2 – Centro Histórico	34.805,1	16,6	62,0
AP3 – Chelas e Areeiro	10.573,1	13,6	52,0
AP4 – Parque das Nações e Olivais	20.456,9	15,4	254,0
AP5 – Telheiras e Campo Grande	21.038,3	14,0	51,4
AP6 – Avenidas Novas	19.927,3	15,1	60,0
<b>TOTAL</b>	<b>119.821,7</b>	-	-

A análise do Quadro 7.02 revela que, pese embora os valores máximos atingidos se situarem entre 50 e 65m, a mediana da profundidade intersetada pelas sondagens analisadas em cada área piloto encontra-se entre os 12,8 e 16,6m.

Destaca-se a prospeção realizada pela Petrogal na AP4, visando o abastecimento de água, que atingiu 254m de profundidade.

É de referir, no entanto que estes valores assumem carácter pontual e não são representativos do universo da amostra.

Para a análise das formações adotou-se o valor da mediana como o parâmetro estatístico mais significativo uma vez que os valores da média e desvio padrão são fortemente influenciados pelos extremos da amostra, podendo perder representatividade (Veiga, 2011).

No anexo V apresenta-se a listagem dos relatórios geológicos, geotécnicos e hidrogeológicos consultados para a elaboração da análise sequente.

## 7.2. Análise dos dados

Dado o âmbito do presente trabalho, não foram realizados trabalhos de prospeção complementares. A caracterização das áreas piloto teve por base a cartografia geológica

disponível à escala 1:10.000 (Moitinho de Almeida, 1986) e as sondagens geotécnicas realizadas nas áreas em estudo.

Pese embora os relatórios disponíveis disponham de informação relativa a ensaios *in situ* e laboratoriais, os mesmos não se encontram integrados na aplicação GeoSIG. Além disso, a sua quantidade e distribuição permitiria apenas uma caracterização muito pontual das unidades geotécnicas, o que face ao objetivo do presente estudo, à escala de trabalho e à dimensão das áreas piloto, não teria representatividade pelo que, não foram considerados. Contudo, para análises em contextos locais deverão ser elementos a ter em conta e poderão ser alvo de trabalhos futuros.

Serão analisados os dados relativos às unidades litostratigráficas e litológicas intersetadas, nível de água e outros parâmetros de ordem hidrogeológica.

Para uma avaliação das características físicas dos maciços e da sua aptidão para apoio a fundações, serão analisados os resultados dos ensaios SPT (*standard penetration test*).

Estes dados constituem a informação base para a produção de cartografia de âmbito geológico, geotécnico e hidrogeológico a desenvolver no capítulo seguinte.

### **7.2.1. Unidades litológicas**

No conjunto das unidades litostratigráficas aflorantes em cada zona piloto ocorrem tipos litológicos variados, por vezes específicos ou predominantes, que a seguir se caracterizam genericamente, com base na informação obtida nas sondagens disponíveis para cada área piloto.

#### **7.2.1.1. AP1 – Alcântara e Campo de Ourique**

As sondagens realizadas na AP1 intersetaram, da base para o topo, as seguintes formações litostratigráficas: *Formação de Caneças*, *Formação de Bica*, *Complexo Vulcânico de Lisboa*, *Argilas de Prazeres e Aluviões*.

Foram ainda detetados depósitos de aterro, distribuídos pela generalidade da área de estudo e, pontualmente depósitos de vertente, associados à vertente E do vale da antiga ribeira de Alcântara.

As sondagens permitiram sempre determinar a espessura dos materiais de cobertura (depósitos de vertente, aterros e aluviões). Nalguns pontos foi possível determinar a espessura das unidades *Argilas de Prazeres* e *Formação de Bica*, mas como se trata de amostras pontuais, e estas unidades não estão totalmente representadas na zona uma vez que há lacunas estratigráficas, não permitem tecer considerações gerais para toda a área em estudo.

No Quadro 7.03 representa-se o número de amostras que intersetaram cada unidade litostratigráfica, a profundidade máxima atingida, o total da espessura intersetada e o valor da mediana da espessura das formações.

**Quadro 7.03. Dados relativos à componente litostratigráfica, obtidos nas sondagens realizadas na AP1**

<b>Unidade litológica</b>	<b>N.º amostras</b>	<b>Profundidade máxima atingida (m)</b>	<b>Espessura total intersetada (m)</b>	<b>Mediana da espessura (m)</b>
Depósitos de Vertente	28 (0,7%)	8,8	40	0,8
Aterros	1.175 (30,2%)	36,0	7.933	4,5
Aluviões	813 (20,9%)	44,9	14.320	16,5
Argilas de Prazeres	153 (3,9%)	16,8	1.092	6,8
Complexo Vulcânico de Lisboa	584 (15,0%)	52,5	4.903	8,2
Formação de Bica	535 (13,8%)	53,8	4.758	7,7
Formação de Caneças	602 (15,5%)	45,1	7.724	9,9
<b>TOTAL</b>	<b>3.890</b>	<b>-</b>	<b>40.770</b>	<b>-</b>

Pela análise do quadro anterior constata-se que cerca de 30,2% das amostras representam aterros e 20,9% aluviões. Das unidades do substrato as mais representadas são a *Formação de Caneças* e o *Complexo Vulcânico de Lisboa*, com 15,5% e 15% das amostras, respetivamente, o que reflete a área que ocupam na carta geológica da zona.

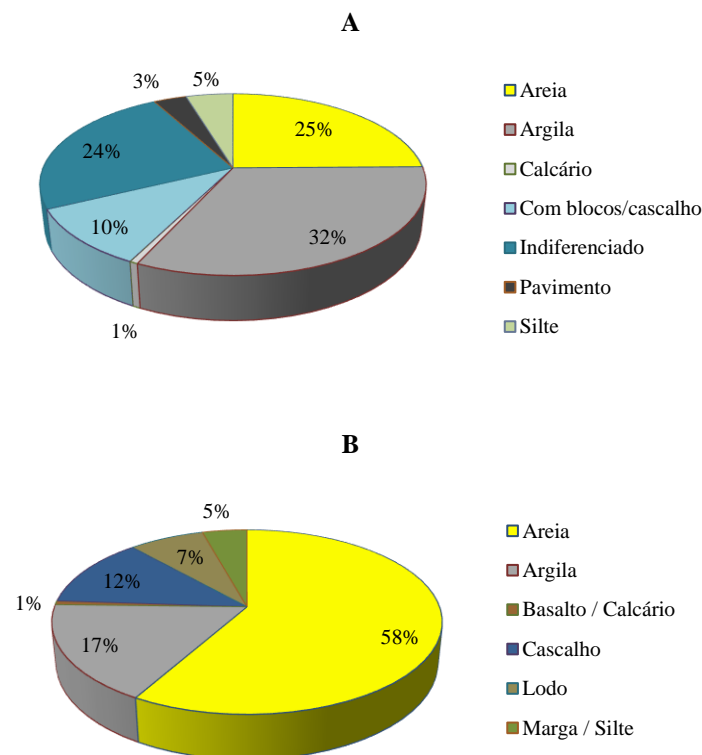
Na espessura total de materiais atravessados, num total de 40.770m lineares, destaca-se a espessura das aluviões, o que retrata a proximidade ao rio Tejo e os materiais do antigo leito da ribeira de Alcântara.

O valor da mediana da espessura dos materiais demonstra igualmente a predominância dos materiais aluvionares com um valor de 16,5m.

De referir que, pese embora a mediana da espessura da *Formação de Caneças* exibir o valor mais elevado a seguir às aluviões, este valor não reflete a verdadeira espessura da formação pois as sondagens nunca intersetaram a sua base.

Visando a caracterização dos materiais interessados procedeu-se à análise da sua composição litológica.

A distribuição das principais litologias ocorrentes em cada unidade litostratigráfica consta das Figuras 7.07 a 7.10. Os resultados foram apresentados em função da espessura acumulada de cada litologia.



**Figura 7.07.** Caracterização litológica dos depósitos de cobertura – AP1  
(A - Aterros; B - Aluviões)  
(Fonte: GeoSIG)

A natureza dos materiais que compõem os aterros e as aluviões refletem os materiais subjacentes, com uma predominância das frações argilosa, produto de alteração das formações do substrato e arenosa, denotando a proximidade ao rio Tejo.

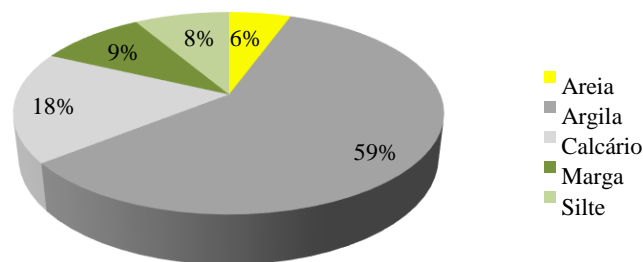
Apenas 3% das amostras de aterro (Figura 7.07A) materializam o pavimento betuminoso, em parte devido à sua fraca espessura. Os materiais indiferenciados, onde se inclui a presença de

alvenaria e de cerâmica, são representativos dos produtos resultantes de construções/demolições em ambiente urbano.

Nos materiais aluvionares (Figura 7.07B), destaca-se igualmente a presença de níveis de cascalho (12%) e de lodo (7%), evidência das aluviões do Tejo.

Para além de *aterros* e *aluviões*, no conjunto dos materiais de cobertura incluem-se ainda depósitos de vertente e coluviões. Os depósitos de vertente refletem os processos de meteorização dos relevos subjacentes e a ocupação pela cobertura vegetal e encontram-se associados a zonas inclinadas. Os coluviões são materiais erodidos que foram transportados pelas linhas de água subsidiárias.

Devido às semelhanças, é por vezes difícil distinguir os coluviões dos depósitos de vertente daí que na aplicação GeoSIG se tenha optado por adotar a designação “Quaternário” para todos os materiais de cobertura que não fossem aterros ou aluviões.

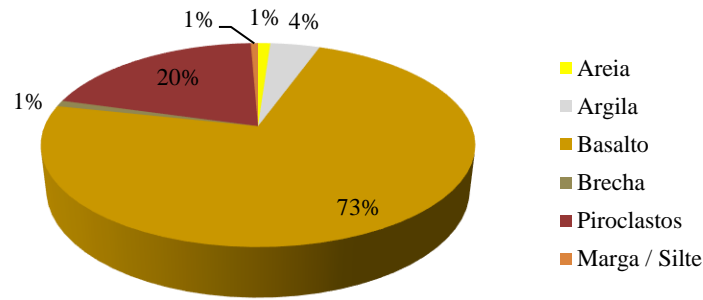


**Figura 7.08.** Caraterização litológica da unidade *Argilas de Prazeres* – AP1  
(Fonte: GeoSIG)

Como esperado, a caraterização litológica da formação da base do miocénico de Lisboa (Figura 7.08), evidencia a predominância da fração argilosa (59%), seguida da carbonatada (18%).

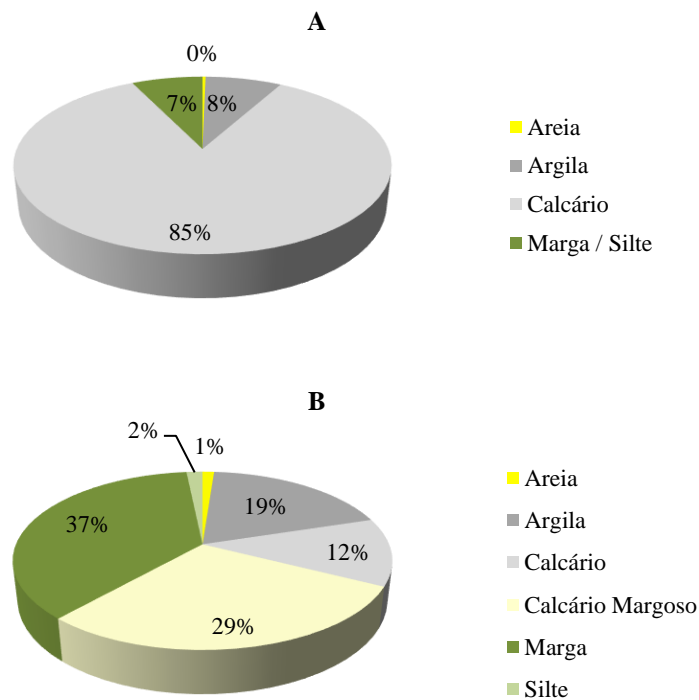
As frações arenosa, margosa e siltosa encontram-se presentes embora em percentagem menos significativa.

A análise da composição do *Complexo Vulcânico de Lisboa* revela a predominância de basaltos (73%) e piroclastos (20%). A percentagem de argila reflete os solos de alteração desta formação (Figura 7.09).



**Figura 7.09.** Caraterização litológica do *Complexo Vulcânico de Lisboa* – AP1  
(Fonte: GeoSIG)

As Figuras 7.10 A e B evidenciam a forte componente carbonatada da *Formação de Bica*, com 85% de fácies de natureza calcária na sua composição litológica. Em contraste a *Formação de Caneças* exhibe componente mais margosa.



**Figura 7.10.** Caraterização litológica das formações cretácicas – AP1  
(A – Formação de Bica; B – Formação de Caneças)  
(Fonte: GeoSIG)



### **7.2.1.2. AP2 – Centro Histórico**

As sondagens realizadas na AP2 intersetaram, da base para o topo, as seguintes formações litostratigráficas: *Formação de Bica*, *Complexo Vulcânico de Lisboa*, *Argilas de Prazeres*, *Areolas de Estefânia*, *Calcários de Entrecampos*, *Argilas de Forno do Tijolo*, *Areias da Quinta do Bacalhau*, *Calcários de Casal Vistoso*, *Areias com Placuna e Aluviões*.

Foram ainda detetados depósitos de aterro, distribuídos pela generalidade da área de estudo e, pontualmente depósitos de vertente, associados às vertentes das colinas da zona da Baixa Pombalina.

As sondagens permitiram sempre determinar a espessura dos materiais de cobertura (depósitos de vertente, aterros e aluviões).

Quanto às formações do substrato uma vez que as sondagens apresentam um valor de mediana de 16,5m, não permitem na maioria das situações atingir a base das unidades. Esta situação apenas ocorreu em amostras pontuais, não sendo representativas da área em estudo.

No Quadro 7.04 representa-se o número de amostras que intersetaram cada unidade litostratigráfica, a profundidade máxima atingida, o total da espessura intersetada e a mediana da espessura das formações.

Pela análise do Quadro 7.04 constata-se que cerca de 25,4% das amostras representam aterros, seguido de 14,4% que representam as aluviões.

Das unidades do substrato as mais representadas são as *Argilas de Prazeres* (25,6%) e *Areolas de Estefânia* (19,4%). Estes valores refletem a ocupação por estas formações da zona E e central da área piloto, conforme a carta geológica.

A espessura total de materiais atravessados fez um total de 118.499 metros lineares, destacando-se as elevadas espessuras das formações acima referidas e das aluviões, o que reflete a proximidade ao rio Tejo e os materiais dos antigos leitos das ribeiras do Vale do Pereiro/Valverde e Arroios e da zona do Esteiro da Baixa.

O valor da mediana da espessura dos materiais demonstra o predomínio da espessura dos materiais aluvionares com um valor de 13,5, uma vez mais denotando o contexto paleoambiental da zona.

**Quadro 7.04. Dados relativos à componente litostratigráfica, obtidos nas sondagens realizadas na AP2**

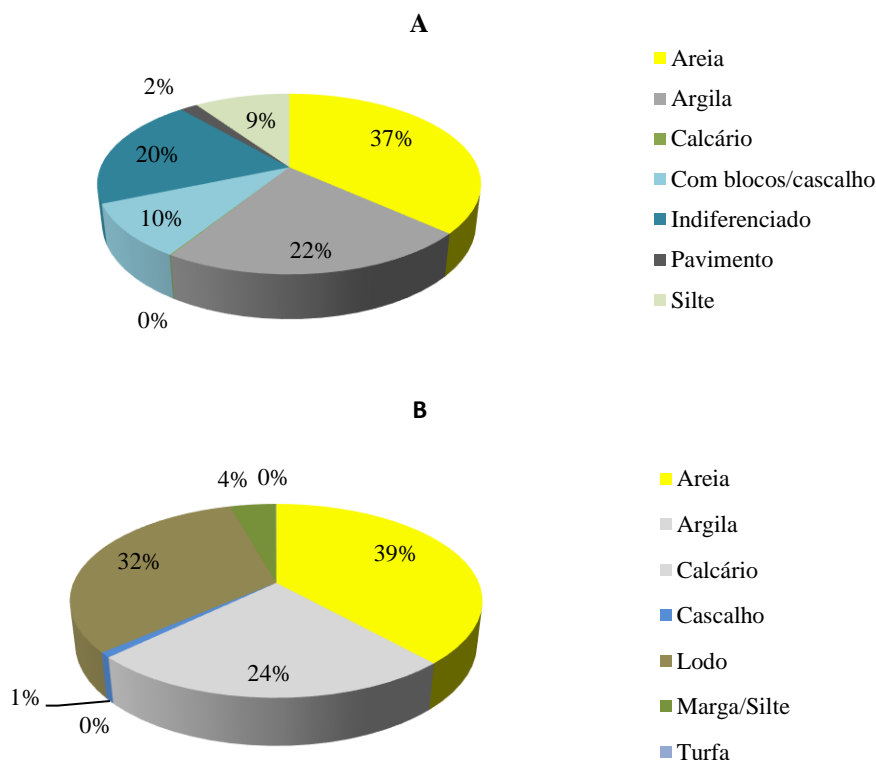
Unidade litológica	N.º amostras	Profundidade máxima atingida (m)	Espessura total intersetada (m)	Mediana da espessura (m)
Depósitos de Vertente	25 (0,2%)	19,5	194	4,5
Aterros	2.800 (25,4%)	32,0	14.958	4,8
Aluviões	1.585 (14,4%)	54,0	24.154	13,5
Areias com <i>Placuna</i>	114 (1,0%)	31,0	1.099	8,9
Calcários de Casal Vistoso	128 (1,2%)	40,7	1.175	8,9
Areias de Quinta do Bacalhau	467 (4,2%)	86,0	5.396	9,8
Argilas de Forno de Tijolo	515 (4,7%)	86,6	6.914	10,4
Calcários de Entrecampos	253 (2,3%)	62,0	2.055	8,3
Areolas de Estefânia	2.134 (19,4%)	66,4	29.535	12,4
Argilas de Prazeres	2.820 (25,6%)	60,9	31.414	10,0
Complexo Vulcânico de Lisboa	120 (1,1%)	44,4	880	7,4
Formação de Bica	45 (0,4%)	48,5	725	18,9
<b>TOTAL</b>	<b>11.006</b>	<b>-</b>	<b>118.499</b>	<b>-</b>

Visando a caracterização dos materiais interessados procedeu-se à análise da sua composição litológica.

A distribuição das principais litologias ocorrentes em cada unidade litostratigráfica consta das Figuras 7.11 a 7.14. Os resultados foram apresentados em função da espessura acumulada de cada litologia.

Estes materiais evidenciam uma predominância da fração arenosa, em parte resultante dos materiais de alteração das formações subjacentes, mas também pela proximidade ao Tejo (Figuras 7.11 A e B). Em comparação com as aluviões do Tejo na AP1, as aluviões nesta zona exibem uma componente lodosa mais significativa (32%).

A percentagem de materiais indiferenciados (20%) reflete a presença dos materiais provenientes das demolições do terramoto de 1755, que foram usados para a reconstrução da zona, tendo tido igualmente a função de ganho de cota.

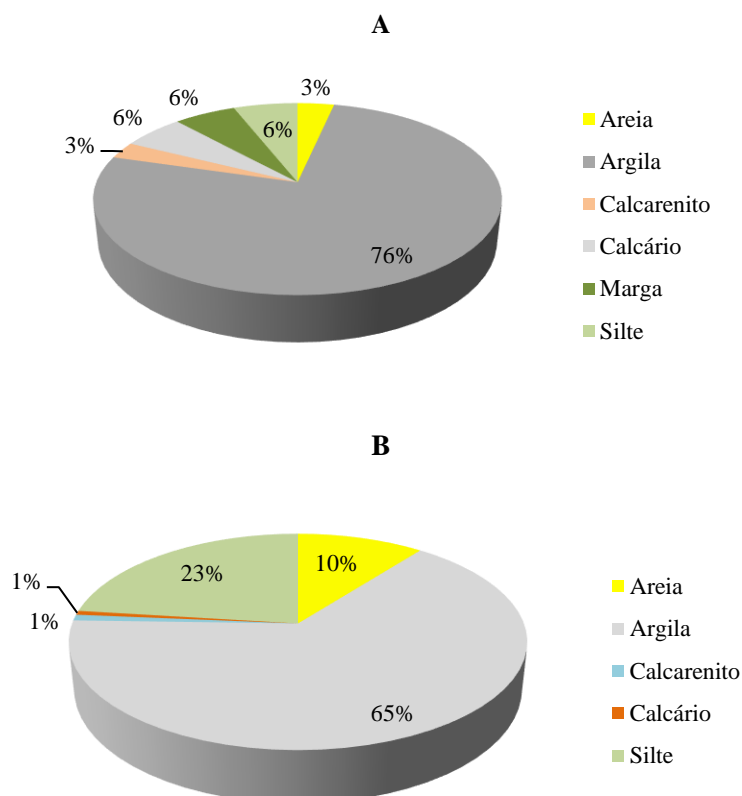


**Figura 7.11.** Caraterização litológica dos depósitos de cobertura – AP2  
(A - Aterros; B - Aluviões)  
(Fonte: GeoSIG)

Para a análise das formações miocénicas, procurou-se agrupá-las pelas suas litologias predominantes, fazendo assim uma caraterização litológica comparativa entre as diversas frações.

Pela análise da Figura 7.12 verifica-se que em ambas as unidades a fração predominante, como seria de esperar, é a fração argilosa. A formação *Argilas de Prazeres* apresenta componente carbonata que não é explícita na Formação das *Argilas de Forno do Tijolo*.

As frações arenosa e siltosa encontram-se presentes na formação das *Argilas de Forno do Tijolo*, o que reflete o contexto paleoambiental pois esta depositou-se num ambiente de fácies pericontinental. Em contraste, a composição da formação das *Argilas de Prazeres* reflete um ambiente tipicamente lagunar.

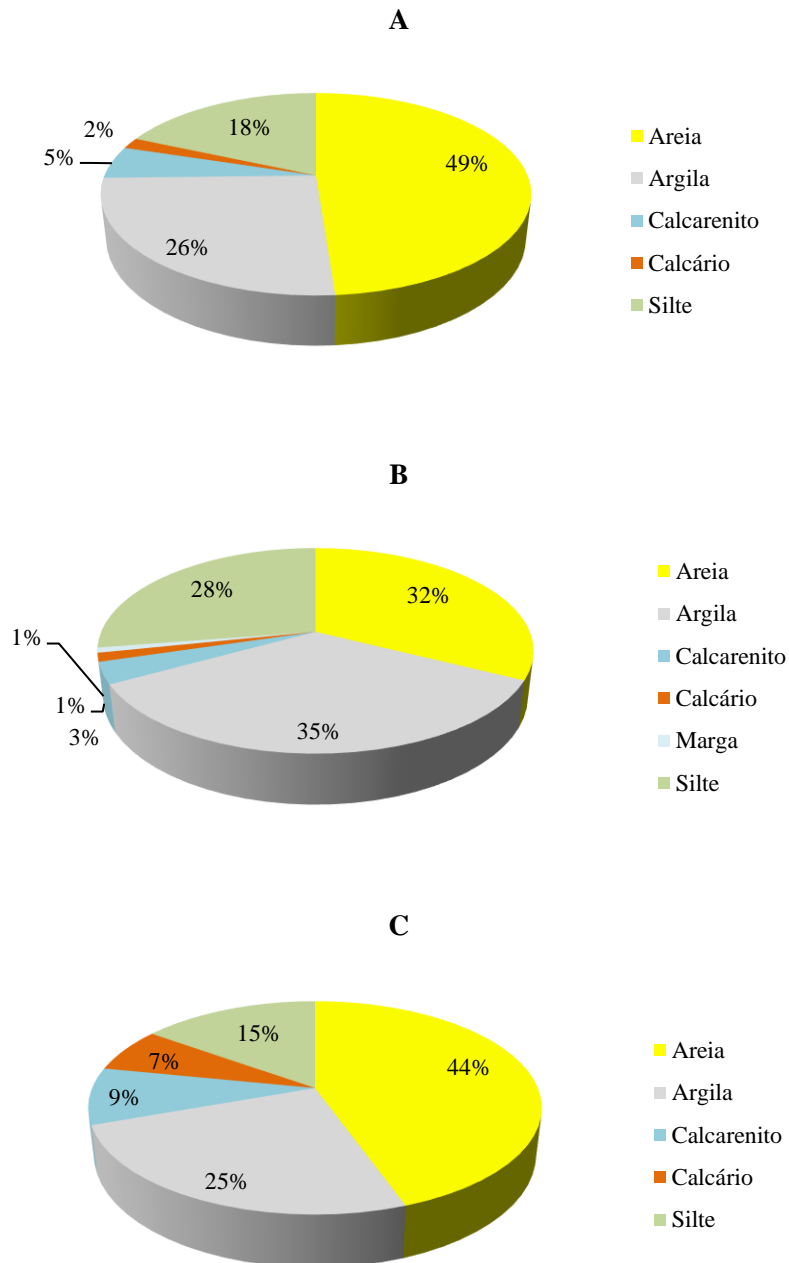


**Figura 7.12.** Caraterização litológica das formações argilosas miocénicas – AP2  
(A – Argilas de Prazeres; B – Argilas de Forno do Tijolo)  
(Fonte: GeoSIG)

A formação das *Areolas de Estefânia* (Figura 7.13), apresenta fração arenosa predominante, seguida da argilosa e siltosa típicas de ambiente de transição.

A formação das *Areias de Quinta do Bacalhau* (Figura 7.13), apresenta idêntica à formação anterior com a diferença de que a fração arenosa é mais grosseira que na unidade anterior. Esta unidade tem componente argilosa superior à unidade anterior, o que denota a sua fácies de planície de inundação.

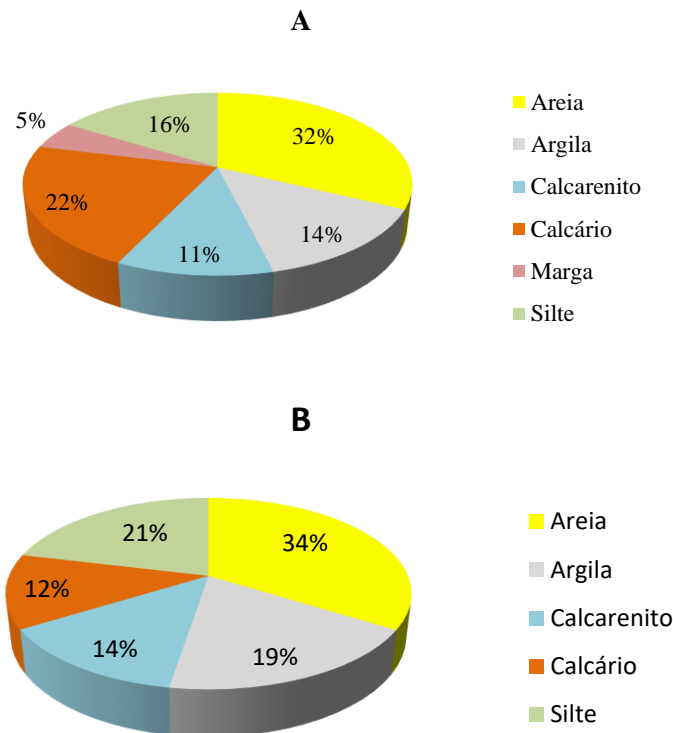
No que se refere à formação das *Areias com Placuna* (Figura 7.13), verifica-se que exhibe componente arenosa predominante, mas, em comparação com as unidades anteriores tem uma fração carbonatada mais expressiva que se deve ao seu conteúdo faunístico elevado.



**Figura 7.13.** Caracterização litológica das formações arenosas miocénicas – AP2  
(A – Areolas de Estefânia; B – Areias de Quinta do Bacalhau; C – Areias com Placuna)  
(Fonte: GeoSIG)

Tal como nas formações arenosas, verifica-se uma semelhança entre as frações representadas nos gráficos das duas unidades carbonatadas em análise (Figura 7.14).

De realçar a maior expressão da fração carbonatada nos *Calcários de Entrecampos* em contraste com uma maior componente argilosa na formação dos *Calcários de Casal Vistoso*.



**Figura 7.14.** Caracterização litológica das formações carbonatadas miocénicas – AP2  
(A – Calcários de Entrecampos; B – Calcários de Casal Vistoso)  
(Fonte: GeoSIG)

Esta informação reforça a enorme dificuldade na classificação das formações miocénicas dada as variações laterais de fácies que se verifica. A sua separação requer experiência da parte do utilizador e o recurso a métodos de cronologia relativa, nomeadamente recorrendo a formações que constituam estratos tipo e permitam fazer essa separação.

Foi igualmente caracterizada a composição litológica do *Complexo Vulcânico de Lisboa* e a *Formação de Bica*. No *Complexo Vulcânico de Lisboa* há predominância de basaltos (43%) e piroclastos (29%). A *Formação de Bica* apresenta 98% de fácies carbonatada.

### **7.2.1.3. AP3 – Chelas e Areeiro**

As sondagens realizadas na AP3 intersetaram, da base para o topo, as seguintes formações litostratigráficas: *Areolas de Estefânia*, *Calcários de Entrecampos*, *Argilas de Forno do Tijolo*, *Areias da Quinta do Bacalhau*, *Calcários de Casal Vistoso*, *Areias com Placuna*, *Calcários de Musgueira*, *Areias de Vale de Chelas*, *Calcários de Quinta das Conchas*, *Argilas de Xabregas*, *Grés dos Grilos e Aluviões*.

Foram ainda detetados depósitos de aterro, distribuídos pela generalidade da área de estudo e, pontualmente depósitos de vertente, associados às vertentes da Ribeira de Chelas.

As sondagens permitiram sempre determinar a espessura dos materiais de cobertura (depósitos de vertente, aterros e aluviões). Quanto às formações do substrato uma vez que as sondagens apresentam um valor de mediana de 13,6m, não permitem na maioria das situações atingir a base das unidades.

No Quadro 7.05 representa-se o número de amostras que intersetaram cada unidade litostratigráfica, a profundidade máxima atingida, o total da espessura intersetada e a mediana da espessura das formações.

**Quadro 7.05. Dados relativos à componente litostratigráfica, obtidos nas sondagens realizadas na AP3**

<b>Unidade litológica</b>	<b>N.º amostras</b>	<b>Profundidade máxima atingida (m)</b>	<b>Espessura total intersetada (m)</b>	<b>Mediana da espessura (m)</b>
Depósitos de Vertente	60 (1,9%)	10,8	112	1,0
Aterros	752 (23,2%)	24,80	4.281	4,0
Aluviões	52 (1,6%)	18,5	313	5,1
Grés dos Grilos	4 (0,1 %)	13,4	46	11,9
Argilas de Xabregas	190 (5,9%)	25,8	2.285	11,3
Calcários de Quinta das Conchas	203 (6,3%)	30,0	1.675	7,9
Areias de Vale de Chelas	372 (11,5%)	42,1	4.187	8,8
Calcários de Musgueira	113 (3,5%)	48,2	1.216	8,0
Areias com <i>Placuna</i>	775 (23,9%)	39,1	8.391	9,9
Calcários de Casal Vistoso	191 (5,9%)	32,0	1.249	6,1
Areias de Quinta do Bacalhau	356 (11,0%)	46,0	5.463	11,4
Argilas de Forno de Tijolo	143 (4,4%)	52,0	2.341	16,7
Calcários de Entrecampos	11 (0,3%)	31,3	78	7,8
Areolas de Estefânia	14 (0,4%)	30,7	264	19,0
<b>TOTAL</b>	<b>3.236</b>	<b>-</b>	<b>31.901</b>	<b>-</b>

Pela análise do quadro anterior constata-se que cerca de 23,2% das amostras representam aterros. Nesta área piloto a percentagem de amostras que representam as formações aluvionares é irrelevante (1,6%) e encontra-se limitada aos leitos das antigas linhas de água.

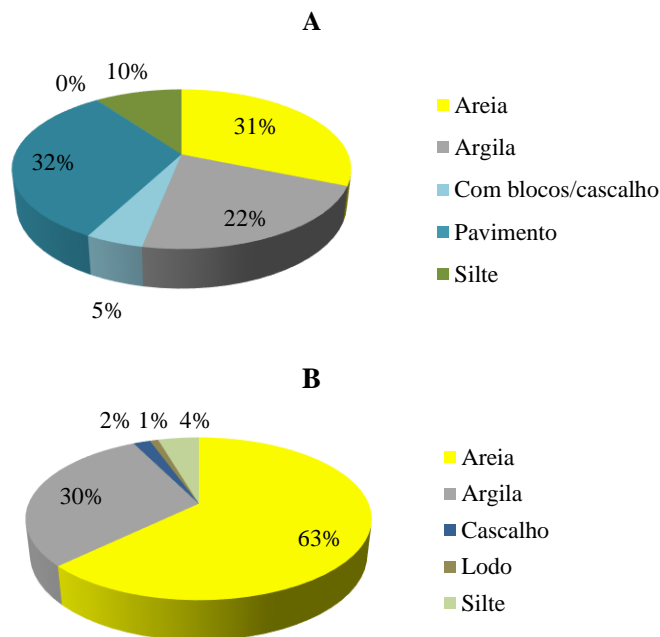
Das unidades do substrato as mais representadas são as unidades *Areias com Placuna* (23,9%), *Areias de Quinta do Bacalhau* (11%) e *Areias do Vale de Chelas* (11,5%).

A espessura total de materiais atravessados fez um total de 31.901 metros lineares, destacando-se as elevadas espessuras das formações acima referidas e dos aterros, o que reflete os processos de modelação de terras ocorridos na zona para implantação de projetos de iniciativa municipal.

O valor da mediana da espessura dos materiais demonstra a predominância da espessura das Areolas de Estefânia, 19m, contudo este valor não reflete a verdadeira espessura da formação pois as sondagens nunca intersetaram a sua base.

Visando a caracterização dos materiais interessados procedeu-se à análise da sua composição litológica.

A distribuição das principais litologias ocorrentes em cada unidade litostratigráfica consta das Figuras 7.15 a 7.18. Os resultados foram apresentados em função da espessura acumulada de cada litologia.



**Figura 7.15.** Caracterização litológica dos depósitos de cobertura – AP3  
(A – Aterros; B – Aluviões)  
(Fonte: GeoSIG)

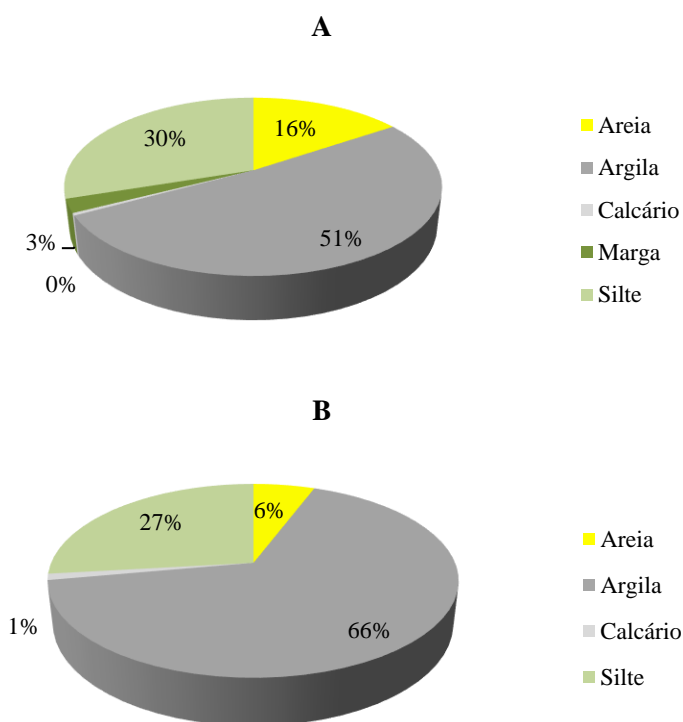


Estes materiais evidenciam uma predominância da fração arenosa, resultante da alteração das formações subjacentes.

A percentagem de materiais indiferenciados nos aterros (32%), reflete os processos realizados para a reconversão da zona, nomeadamente as demolições e modelações de terras que foram realizadas para a construção dos bairros municipais aí existentes (Figura 7.15A).

As aluviões refletem igualmente o substrato da zona e apresentam uma componente areno-argilosa predominante (Figura 7.15B).

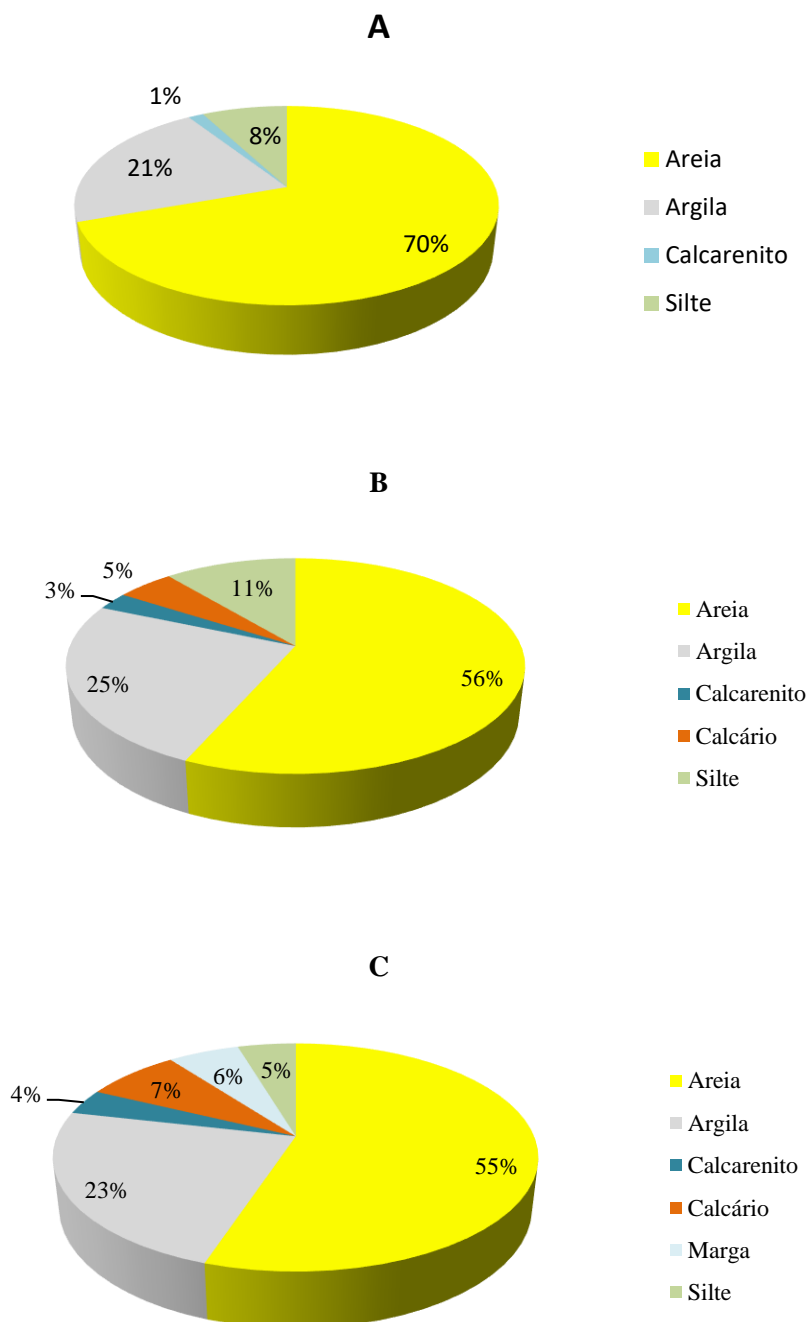
Uma vez mais para a análise das formações miocénicas procurou-se agrupá-las pelas suas litologias predominantes, fazendo assim uma caracterização litológica comparativa entre as diversas frações.



**Figura 7.16.** Caracterização litológica das formações argilosas miocénicas – AP3  
(A – Argilas de Forno do Tijolo; B – Argilas de Xabregas)  
(Fonte: GeoSIG)

Pela análise da Figura 7.16, verifica-se que a fração predominante é a fração argilosa, com maior percentagem nas *Argilas de Xabregas*. A componente arenosa é mais expressiva na formação das *Argilas de Forno do Tijolo*.

De acordo com a informação disponível nas sondagens realizadas, em ambas as unidades a fração predominante é a argilo-siltosa e ambas apresentam conteúdo fossilífero.



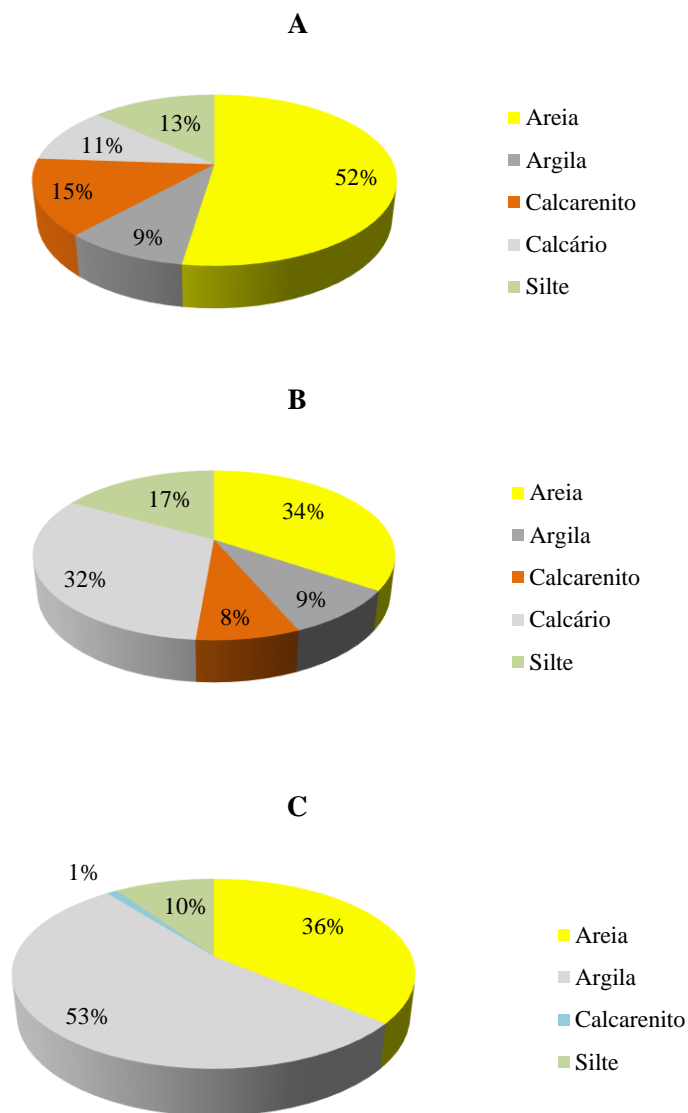
**Figura 7.17.** Caracterização litológica das formações arenosas miocénicas – AP3  
(A – Areias de Quinta do Bacalhau; B – Areias com Placuna; C – Areias de Vale de Chelas)  
(Fonte: GeoSIG)

A formação *Areias de Quinta do Bacalhau* (Figura 7.17A), apresenta maior percentagem de fração arenosa que as outras duas unidades. Segue-se a componente argilosa que exhibe valores semelhantes em todas as formações em análise.

A formação *Areias com Placuna* (Figura 7.17B), apresenta componente siltosa mais expressiva que as outras formações.

As formações *Areias com Placuna* e *Areias de Vale de Chelas* (Figura 7.17C), apresentam maior variedade litológica, em comparação com a formação *Areias de Quinta do Bacalhau*.

De destacar a componente carbonatada com maior percentagem na formação *Areias de Vale de Chelas* que se deve ao conteúdo fossilífero expressivo nesta unidade geológica.



**Figura 7.18.** Caracterização litológica das formações carbonatadas miocénicas – AP3  
(A – Calcários de Casal Vistoso; B – Calcários de Musgueira; C – Calcário de Quinta das Conchas)  
(Fonte: GeoSIG)

Estas unidades apresentam diferenças significativas na sua composição verificando-se um predomínio da fração arenosa na formação *Calcários de Casal Vistoso*, das frações arenosa e carbonatada na formação *Calcários de Musgueira* e da fração argilosa nos *Calcários de Quinta das Conchas* (Figura 7.18).

Os resultados obtidos para a formação *Calcários de Quinta das Conchas* não são representativos das características da unidade na sua totalidade e devem refletir sondagens que intersetaram as espessas camadas de argilas e arenitos argilosos que compõem a unidade.

Pese embora as formações *Areolas de Estefânia*, *Calcários de Entrecampos* e *Grés dos Grilos* ocorram na AP3, o número de amostras disponíveis, 14, 11 e 4 respetivamente, não eram em número suficiente para permitir a sua caracterização litológica daí que se remeta a sua análise para outra área piloto.

#### **7.2.1.4. AP4 – Parque das Nações e Olivais**

As sondagens realizadas na AP4 intersetaram, da base para o topo, as seguintes formações litostratigráficas: *Areias de Vale de Chelas*, *Calcários de Quinta das Conchas*, *Argilas de Xabregas*, *Grés dos Grilos*, *Calcários de Marvila*, *Areolas de Braço de Prata*, *Areolas de Cabo Ruivo e Aluviões*.

Foram ainda detetados depósitos de aterro, distribuídos pela generalidade da área de estudo e, pontualmente, depósitos de vertente.

As sondagens permitiram sempre determinar a espessura dos materiais de cobertura (depósitos de vertente, aterros e aluviões). Quanto às formações do substrato uma vez que as sondagens apresentam um valor de mediana de 15,4m, não permitem na maioria das situações atingir a base das unidades.

No Quadro 7.06 representa-se o número de amostras que intersetaram cada unidade litostratigráfica, a profundidade máxima atingida, o total da espessura intersetada e a mediana da espessura das formações.

Pela análise do Quadro 7.06 constata-se que cerca de 18% das amostras representam aterros. Nesta área piloto a percentagem de amostras que representam as formações aluvionares é pouco significativa (8%).

Das unidades do substrato as mais representadas são as *Areolas de Cabo Ruivo* (35%), *Areolas de Braço de Prata* (15%) e *Calcários de Marvila* (13%), o que se encontra de acordo com a área que ocupam na carta geológica.

**Quadro 7.06. Dados relativos à componente litostratigráfica, obtidos nas sondagens realizadas na AP4**

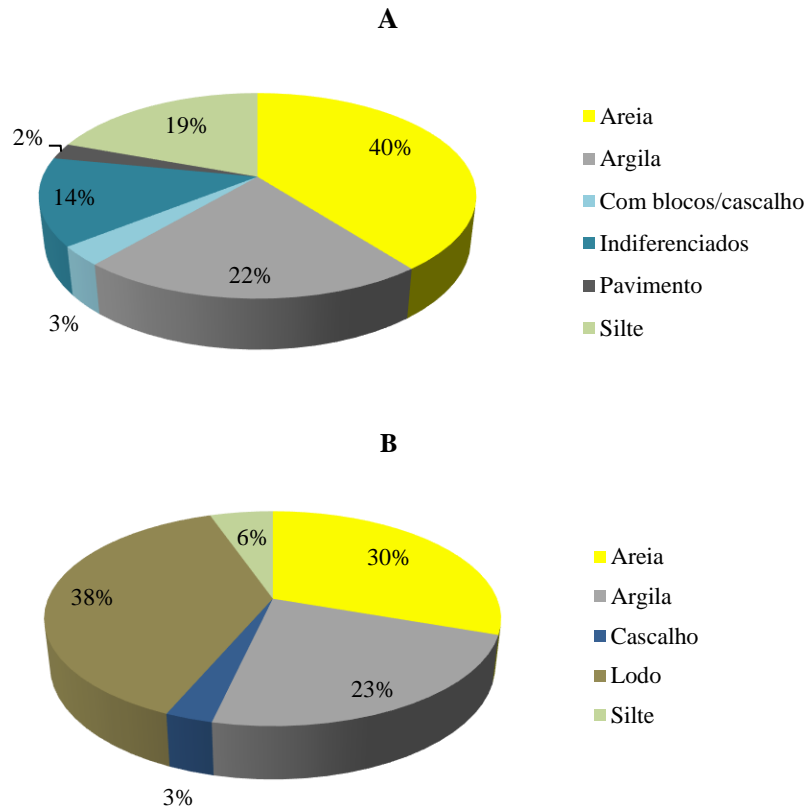
Unidade litológica	N.º amostras	Profundidade máxima atingida (m)	Espessura total intersetada (m)	Mediana da espessura (m)
Depósitos de Vertente	95 (1,2%)	7,0	139	1,0
Aterros	1.454 (17,7%)	13,5	5.297	3,0
Aluviões	649 (7,9%)	16,0	3.446	4,7
Areolas de Cabo Ruivo	2.863 (34,9%)	40,8	45.948	15,5
Areolas de Braço de Prata	1.268 (15,5%)	45,1	20.625	14,7
Calcários de Marvila	1.087 (13,3%)	50,1	11.055	8,4
Grés dos Grilos	280 (3,4%)	50,5	2.279	6,8
Argilas de Xabregas	440 (5,4%)	35,2	6.250	12,0
Calcários de Quinta das Conchas	53 (0,6%)	41,2	367	4,9
Areias de Vale de Chelas	4 (0,0%)	39,0	13	2,9
<b>TOTAL</b>	<b>8.193</b>	-	<b>95.419</b>	-

A espessura total de materiais atravessados fez um total de 95.419 metros lineares, destacando-se as elevadas espessuras das formações acima referidas e dos aterros, o que reflete os processos de modelação de terras ocorridos na zona para a implantação da Exposição Internacional em 1998.

O valor da mediana da espessura dos materiais demonstra a predominância da espessura das *Areolas de Cabo Ruivo* (15,5m) embora este valor possa não refletir a verdadeira espessura da formação pois as sondagens nem sempre intersetaram a sua base.

Visando a caracterização dos materiais interessados procedeu-se à análise da sua composição litológica.

A distribuição das principais litologias ocorrentes em cada unidade litostratigráfica consta das Figuras 7.19 a 7.22. Os resultados foram apresentados em função da espessura acumulada de cada litologia.



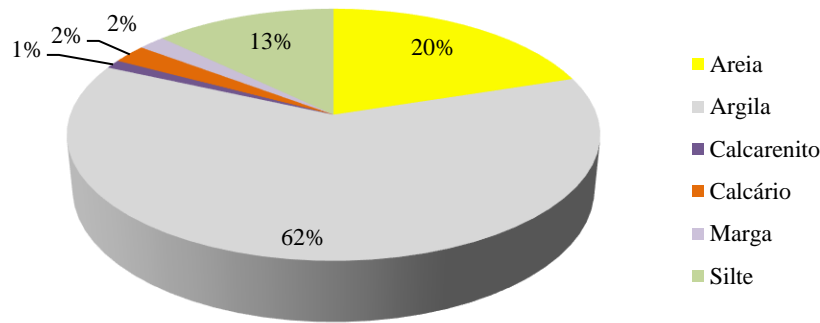
**Figura 7.19.** Caracterização litológica dos depósitos de cobertura – AP4  
(A – Aterros; B – Aluviões)  
(Fonte: GeoSIG)

Os depósitos de aterro (Figura 7.19A), evidenciam uma predominância da fração arenosa, resultante da alteração das formações subjacentes.

A percentagem de materiais indiferenciados (14%) (Figura 7.19A), reflete os processos realizados para a reconversão da zona, nomeadamente as demolições das estruturas aí existentes.

As aluviões (Figura 7.19B) apresentam componente lodosa predominante o que reflete o hidrodinamismo da zona. A fração areno-argilosa expressiva é representativa da erosão do substrato.

Uma vez mais, para a análise das formações miocénicas procurou-se agrupá-las pelas suas litologias predominantes, fazendo assim uma caracterização litológica comparativa entre as diversas frações.



**Figura 7.20.** Caraterização litológica da formação Argilas de Xabregas – AP4  
(Fonte: GeoSIG)

A unidade Argilas de Xabregas (Figura 7.20), apresenta uma forte componente argilosa, como seria de esperar.

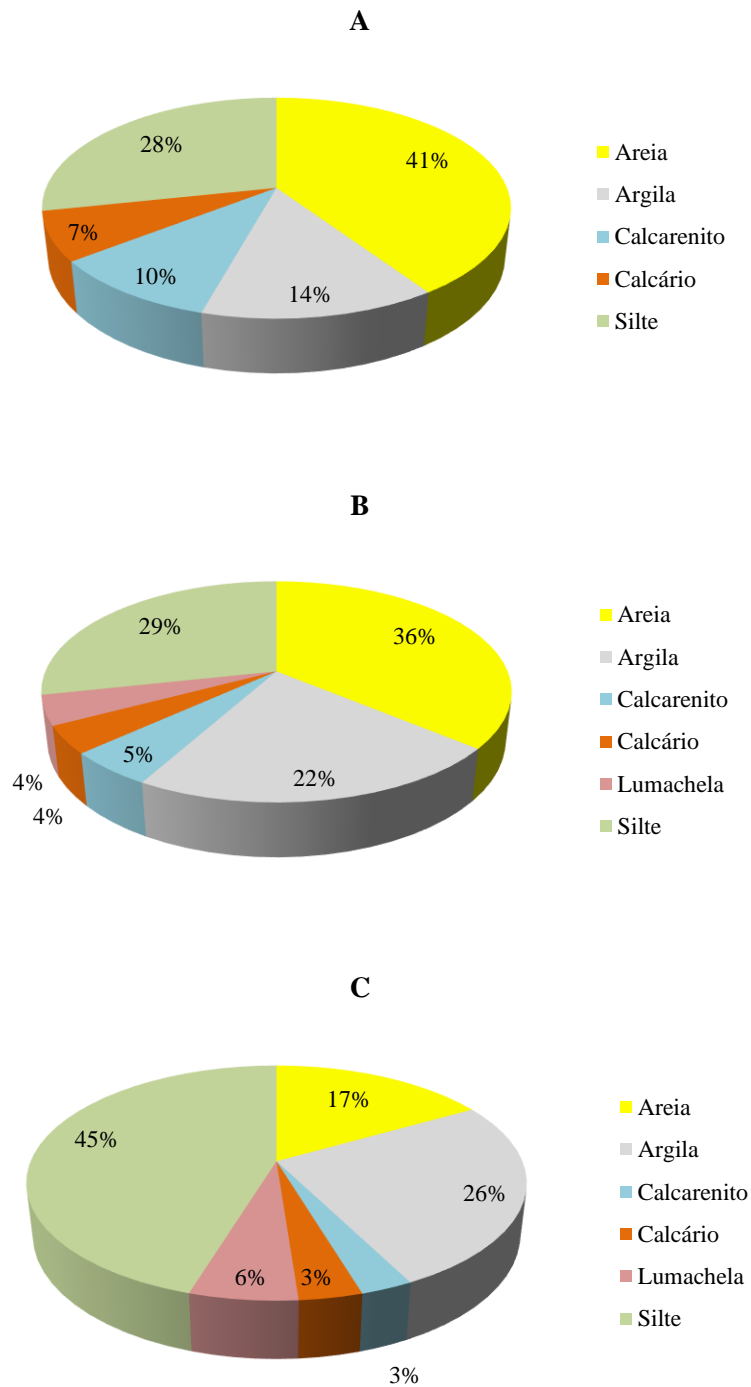
De destacar a maior diversidade litológica quando em comparação com a mesma unidade na AP3, o que se pode dever ao facto de, face à pendente estrutural das formações miocénicas, terem sido intersetados estratos mais superficiais desta formação com maior influência continental.

A formação *Grés dos Grilos* (Figura 7.21A), apresenta fração arenosa predominante (41%) seguida da fração siltosa (28%).

A formação *Areias com Placuna* (Figura 7.21B), apresenta componente siltosa mais expressiva que as outras formações, o que já se havia verificado na AP3.

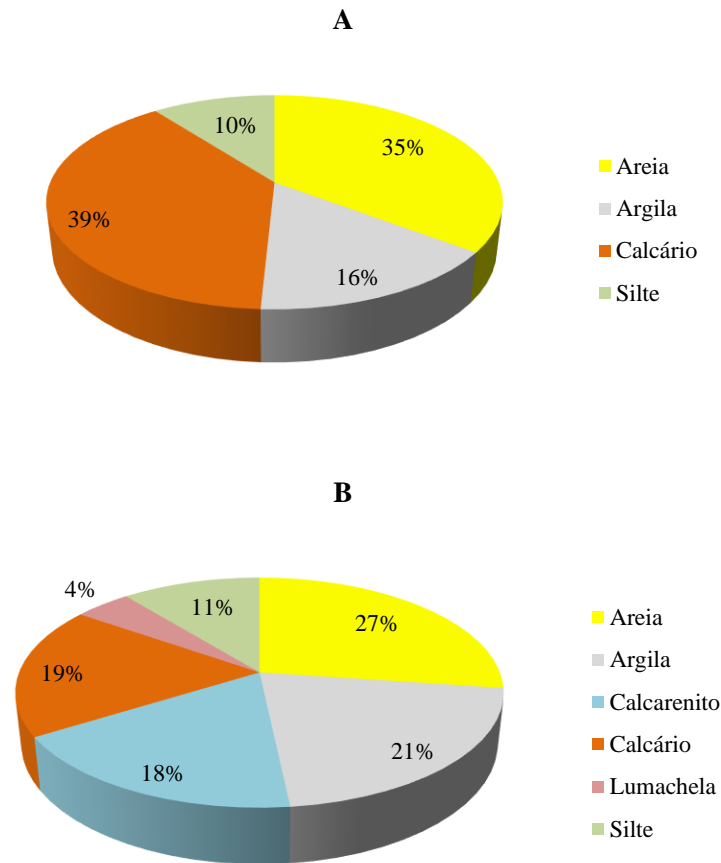
As formações *Areolas de Braço de Prata* e *Areolas de Cabo Ruivo* (Figura 7.21C), apresentam características litológicas semelhantes, contudo a fração silto-argilosa é mais expressiva na formação mais recente.

De destacar a componente carbonatada significativa e a presença de níveis lumachélicos.



**Figura 7.21.** Caracterização litológica das formações arenosas miocénicas – AP4 (A – Grés dos Grilos; B – Areolas de Braço de Prata; C – Areolas de Cabo Ruivo) (Fonte: GeoSIG)





**Figura 7.22.** Caracterização litológica das formações carbonatadas miocénicas – AP4  
(A – Calcário de Quinta das Conchas; B – Calcários de Marvila)  
(Fonte: GeoSIG)

As unidades *Calcário de Quinta das Conchas* e *Calcários de Marvila* (Figura 7.22), apresentam componente carbonatada predominante, como seria de esperar.

A fácies calcária assume 39% da composição da formação *Calcários de Quinta das Conchas*, seguida da fácies arenosa com 35%. De referir que na AP3 a fácies predominante era a argilosa, o que uma vez mais reforça a enorme variabilidade lateral e vertical de fácies nas unidades miocénicas.

A composição da formação *Calcários de Marvila* é bastante diversificada predominando a fácies carbonatada, calcarenítica e argilosa.

Estas formações exibem influência continental mais expressiva do que as formações mais antigas, materializada pela forte presença de materiais detríticos.

Pese embora a formação *Areias do Vale de Chelas* ocorra na AP4, o número de amostras disponíveis, 4, não é suficiente para permitir a sua caracterização litológica.

**7.2.1.5. AP5 – Telheiras e Campo Grande**

As sondagens realizadas na AP5 intersetaram, da base para o topo, as seguintes formações litostratigráficas: *Formação de Benfica, Argilas de Prazeres, Areolas de Estefânia, Calcários de Entrecampos, Argilas de Forno de Tijolo, Areias de Quinta de Bacalhau, Calcários de Casal Vistoso, Areias com Placuna, Calcários de Musgueira, Areias de Vale de Chelas e Aluviões*. Foram ainda detetados depósitos de aterro, distribuídos pela generalidade da área de estudo e, pontualmente depósitos de vertente.

No Quadro 7.07 representa-se o número de amostras que intersetaram cada unidade litostratigráfica, a profundidade máxima atingida, o total da espessura intersetada e a mediana da espessura das formações.

**Quadro 7.07. Dados relativos à componente litostratigráfica, obtidos nas sondagens realizadas na AP5**

<b>Unidade litológica</b>	<b>N.º amostras</b>	<b>Profundidade máxima atingida (m)</b>	<b>Espessura total intersetada (m)</b>	<b>Mediana da espessura (m)</b>
Depósitos de Vertente	96 (1,3%)	27,5	220	1,5
Aterros	1.628 (22,7%)	27,7	7.613	3,0
Aluviões	266 (3,7%)	14,1	1.297	4,5
Areias de Vale de Chelas	7 (0,1%)	15,5	106	15,1
Calcários de Musgueira	50 (0,7%)	15,4	653	13,1
Areias com <i>Placuna</i>	27 (0,4%)	21,5	209	6,6
Calcários de Casal Vistoso	40 (0,6%)	29,5	228	4,7
Areias de Quinta do Bacalhau	612 (8,5%)	30,3	6.328	10,5
Argilas de Forno de Tijolo	822 (11,4%)	25,4	7.682	9,3
Calcários de Entrecampos	292 (4,1%)	30,5	3.242	9,5
Areolas de Estefânia	1.049 (14,6%)	35,4	12.541	10,8
Argilas de Prazeres	1.978 (27,5%)	51,4	24.928	12,4
Formação de Benfica	314 (4,4%)	40,7	4.485	13,0
<b>TOTAL</b>	<b>7.181</b>	<b>-</b>	<b>69.532</b>	<b>-</b>

Pela análise do Quadro 7.07 constata-se que cerca de 23% das amostras representam aterros. Nesta área piloto a percentagem de amostras que representam as formações aluvionares é pouco significativa (4%), e resumem-se a antigas linhas de água.

Das unidades do substrato as mais representadas são as *Argilas de Prazeres* (28%), *Areolas de Estefânia* (15%) e *Argilas de Forno to Tijolo* (11%), uma vez mais conforme a área ocupada na carta geológica.

A espessura total de materiais atravessados fez um total de 69.532 metros lineares, destacando-se as elevadas espessuras das formações acima referidas e dos aterros, o que reflete os processos de modelação de terras numa zona densamente urbanizada.

O valor da mediana da espessura dos materiais demonstra a predominância da espessura das *Areolas de Vale de Chelas* (15,1m) embora este valor possa não refletir a verdadeira espessura da formação pois as sondagens nem sempre intersectaram a sua base.

Visando a caracterização dos materiais interessados procedeu-se à análise da sua composição litológica.

Os depósitos de aterro evidenciam uma predominância da fração argilosa, seguida da arenosa, resultante da alteração das formações subjacentes.

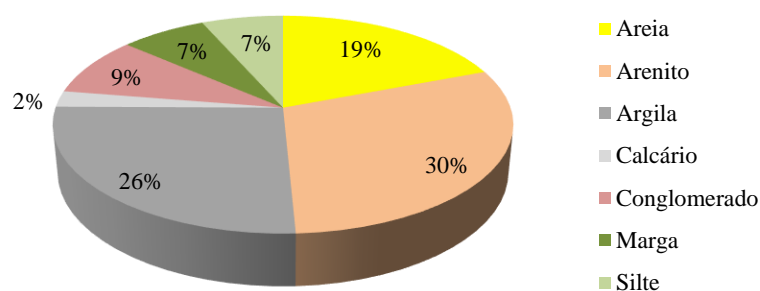
A percentagem de materiais indiferenciados (12%) reflete os processos realizados para a reconversão da zona, nomeadamente as demolições das estruturas aí existentes.

As aluviões apresentam componente argilosa predominante função da erosão do substrato.

Uma vez que as formações miocénicas interessadas foram analisadas nas zonas anteriores, com características litológicas análogas e que se resumem no final da presente seção, far-se-á apenas a caracterização dos materiais de cobertura e da *Formação de Benfica*.

A distribuição das principais litologias ocorrentes na Formação de Benfica consta da Figura 7.23.

Os resultados apresentam-se em função da espessura acumulada de cada litologia.



**Figura 7.23.** Caracterização litológica da *Formação de Benfica* – AP5  
(Fonte: GeoSIG)

A *Formação de Benfica* (Figura 7.23), apresenta grande diversidade litológica na medida em que se trata de uma formação resultante da erosão dos relevos existentes, transportados por linhas de águas com regime torrencial. A par da grande diversidade litológica estes materiais apresentam grande variabilidade granulométrica, função da capacidade do agente de transporte.

Destaca-se a fácies arenosa predominante, seguida da fração argilosa, resultante da alteração dos maciços existentes.

Esta unidade apresenta igualmente níveis conglomeráticos com blocos de diferentes litologias.

#### **7.2.1.6. AP6 – Avenidas Novas**

As sondagens realizadas na AP6 intersectaram, da base para o topo, as seguintes formações litostratigráficas: *Formação de Caneças*, *Formação de Bica*, *Complexo Vulcânico de Lisboa*, *Formação de Benfica*, *Argilas de Prazeres*, *Areolas de Estefânia*, *Calcários de Entrecampos*, *Argilas de Forno de Tijolo* e *Aluviões*.

Foram ainda detetados depósitos de aterro, distribuídos pela generalidade da área de estudo e, pontualmente depósitos de vertente.

No Quadro 7.08 representa-se o número de amostras que intersectaram cada unidade litostratigráfica, a profundidade máxima atingida, o total da espessura intersectada e a mediana da espessura das formações.

**Quadro 7.08. Dados relativos à componente litostratigráfica, obtidos nas sondagens realizadas na AP6**

Unidade litológica	N.º amostras	Profundidade máxima atingida (m)	Espessura total intersetada (m)	Mediana da espessura (m)
Depósitos de Vertente	27 (0,4%)	10,5	40	1,0
Aterros	1.640 (22,0%)	25,6	7.309	3,5
Aluviões	112 (1,5%)	18,5	518	4,1
Argilas de Forno de Tijolo	6 (0,1%)	12,2	73	12,1
Calcários de Entrecampos	136 (1,8%)	24,1	1.957	15,6
Areolas de Estefânia	509 (6,8%)	29,5	5.986	11,4
Argilas de Prazeres	2.649 (35,5%)	60,0	32.397	11,2
Formação de Benfica	829 (11,1%)	30,3	8654	10,0
Complexo Vulcânico de Lisboa	960 (12,9%)	46,7	11.495	10,2
Formação de Bica	506 (6,8%)	98,5	10.284	10,8
Formação de Caneças	79 (1,1%)	98,5	3.814	69,3
<b>TOTAL</b>	<b>7.453</b>	<b>-</b>	<b>82.524</b>	<b>-</b>

Pela análise do Quadro 7.08 constata-se que cerca de 22% das amostras representam aterros. Nesta área piloto a percentagem de amostras que representam as formações aluvionares é irrelevante (2%), e resumem-se a zona de antigas linhas de água, com pouca expressão dada a densidade de ocupação da zona.

Das unidades do substrato as mais representadas são as *Argilas de Prazeres* (36%), *Complexo Vulcânico de Lisboa* (13%) e *Formação de Benfica* (11%).

A espessura total de materiais atravessados fez um total de 82.524 metros lineares, destacando-se as elevadas espessuras das formações acima referidas e dos aterros, o que reflete os processos de modelação de terras numa zona densamente urbanizada.

O valor da mediana da espessura dos materiais demonstra a predominância da espessura da Formação de Caneças (69,3m), embora este valor possa não refletir a verdadeira espessura da formação pois as sondagens não intersetaram a sua base.

Uma vez que globalmente as formações apresentam características semelhantes às análogas nas zonas anteriores, far-se-á apenas uma breve descrição dos materiais de cobertura.

Os depósitos de aterro evidenciam predomínio da fração argilosa (48%), função da alteração das formações subjacentes.

A percentagem de materiais indiferenciados (16%) reflete os processos realizados para a reconversão da zona, nomeadamente as demolições das estruturas aí existentes.

As aluviões apresentam componente argilosa predominante (73%), função da erosão do substrato.

### **7.2.2. Dados hidrogeológicos**

Pretende-se nesta seção efetuar uma análise dos dados de caracterização dos recursos hídricos disponíveis nas áreas piloto, com a devida distinção entre as componentes associadas à drenagem superficial e aos fluxos subterrâneos.

#### **7.2.2.1. Drenagem superficial**

A análise da drenagem superficial tem por base o inventário de pontos de água existente no servidor de dados da CML. Recordar-se que a caracterização da rede de drenagem e bacias hidrográficas foi realizada no Capítulo 3.

No Quadro 7.09 apresenta-se uma síntese das principais tipologias presentes no inventário, por área piloto.

**Quadro 7.09. Indicadores do inventário de pontos de água nas áreas piloto**

	AP1	AP2	AP3	AP4	AP5	AP6
<b>Furo de captação</b>	1	-	-	1	2	1
<b>Poço</b>	-	8	-	3	11	-
<b>Bebedouro / Bica</b>	3	4	7	34	14	26
<b>Chafariz /</b>	28	69	12	11	12	6
<b>Fonte/Fontanário</b>						
<b>Tanque</b>	7	17	1	7	3	1
<b>Mina</b>	2	1	-	1	2	-
<b>Reservatório</b>	-	9	-	-	-	-
<b>TOTAL</b>	41	108	20	57	44	34

Pela análise dos indicadores relativos ao inventário de pontos de água constata-se que nas zonas piloto 1, 4, 5 e 6 existem furos de captação de água. À semelhança dos poços e minas, a água nos furos de captação é de origem natural.

Por questões de salubridade a água disponível nos bebedouros, bicas, chafarizes, fontes e fontanários é atualmente, em quase 100% das situações, água canalizada proveniente dos sistemas de abastecimento público da EPAL (Empresa Portuguesa das Águas Livres).

Na AP2 regista-se uma singularidade associada ao contexto geológico, designadamente a presença de ocorrências hidrominerais na zona de Alfama. Dos 13 locais inventariados, 11 apresentam características que permitem classificá-los como um recurso hidrotermal. Estes pontos de água foram, entre outros, antigos “*Banhos*” e “*Alçaçarias*”.

Regista-se também a presença de reservatórios, estruturas associadas ao armazenamento e abastecimento de água na zona. A origem da água associada aos reservatórios encontra-se em estudo no âmbito de um Protocolo estabelecido entre a CML, LNEG e DGEG - Direção Geral de Energia e Geologia (Ramalho *et al.*, 2020).

Dada a importância do elemento água na zona de Alfama e Colina do Castelo, representado por inúmeras estruturas de circulação, abastecimento e armazenamento, a CML tem em curso um Projeto intitulado “*Águas Invisíveis da Colina do Castelo*”, no qual a autora é membro da equipa de investigação. Este Projeto visa a inventariação e caracterização destas estruturas, do ponto de vista hidrogeológico e cultural, sendo um dos objetivos a criação de um centro de interpretação.

#### **7.2.2.2. Água subterrânea**

Para caracterização do fluxo de água subterrânea foram analisados os resultados relativos ao nível freático e nível piezométrico.

De referir que a maioria das campanhas de prospeção analisadas foram realizadas para suporte a projetos de engenharia civil, nomeadamente para determinação dos parâmetros base para o dimensionamento de estruturas, não sendo prática corrente a caracterização do recurso hidrogeológico.

Quando se verifica essa quantificação, constatou-se que na maioria das situações não houve colocação de piezómetros para a realização das leituras dos níveis pelo que, os valores devem refletir, em parte, a água utilizada no processo de furação.

Além disso em muitos dos relatórios analisados, principalmente os anteriores a 2012, constatou-se que os piezómetros não eram devidamente crepinados, pelo que até estes valores devem ser interpretados de forma crítica.

Pese embora as limitações referidas, considera-se ser possível efetuar, à escala de planeamento, uma aferição das profundidades de percolação dos fluxos de água subterrânea.

No Quadro 7.10 apresenta-se uma síntese dos indicadores relativos às sondagens com informação hidrogeológica disponíveis nas áreas piloto.

**Quadro 7.10. Indicadores relativos às sondagens com informação hidrogeológica nas áreas piloto**

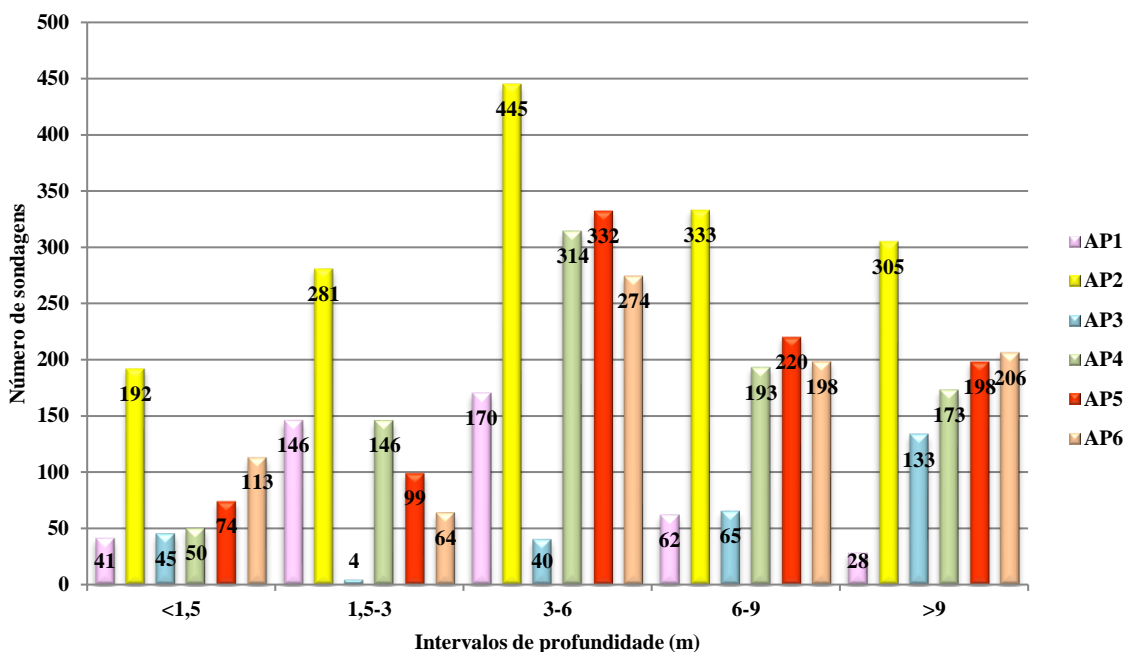
	<b>AP1</b>	<b>AP2</b>	<b>AP3</b>	<b>AP4</b>	<b>AP5</b>	<b>AP6</b>
<b>Sondagens com informação hidrogeológica</b>	294	763	253	663	676	519
(Este total não inclui as sondagens onde foram instalados piezómetros)	(65,8%)	(49,0%)	(88,2%)	(75,7%)	(73,2%)	(60,7%)
<b>Sondagens com piezómetros</b>	153	793	34	213	247	336
	(34,2%)	(51,0%)	(11,8%)	(24,3%)	(26,8%)	(39,3%)
<b>% Piezómetros que refletem influência maré</b>	15,7%	11,9%	-	8,45%	-	-

Pela análise do Quadro 7.10 constata-se que a AP2 é a que apresenta o maior número de sondagens com informação hidrogeológica e com piezómetros instalados. A AP3 é a que apresenta menor número de dados de caracterização da componente hidrogeológica.

No que se refere à influência da maré, verifica-se que a percentagem de piezómetros que refletem essa influência é bastante superior na AP1 (15,7%), quando em comparação com a AP2 (11,9%) e AP4 (8,45%). Esta situação pode refletir a localização das sondagens e a sua maior ou menor proximidade do rio Tejo mas, pode também dever-se ao facto de em praia-mar, como as formações junto ao Rio se encontram saturadas, se verificar aumento de pressão e não da profundidade.

Na Figura 7.24 encontra-se representado, para cada área piloto, o número de sondagens que incluem medida do parâmetro nível de água. Os resultados foram divididos por intervalos de profundidade do nível freático.





**Figura 7.24.** Sondagens com informação de cariz hidrogeológico e sua distribuição por intervalos de profundidade (Fonte: GeoSIG)

Da análise da Figura 7.24 constata-se que, na generalidade das áreas piloto, a maioria dos registos relativos à posição do nível freático se situa no intervalo 3-6m. Excetua-se a AP3, onde o maior número de resultados se situa no intervalo > 9m, o que se pode dever à menor ocupação superficial da zona, aliada a uma maior permeabilidade das formações.

Ainda de realçar que o maior número de resultados, registados em todos os intervalos de profundidade, são relativos à AP2, o que evidencia a sua proximidade ao rio Tejo, o sistema hidrogeológico fortemente influenciado pelos materiais aluvionares, que nesta zona ocorrem até profundidades mais elevadas e os fenómenos de recarga direta e indireta (Carneiro e Carvalho, 2010).

Para análise e determinação da posição do nível piezométrico, foram desprezados os resultados obtidos nos intervalos de profundidade inferiores ao valor da mediana da profundidade das formações aluvionares, registadas em cada área piloto, de forma a minimizar a contabilização de resultados representativos do nível freático.

Após o cálculo obtiveram-se os valores expressos no Quadro 7.11.

**Quadro 7.11. Indicadores relativos ao nível freático e piezométrico obtidos nas sondagens geotécnicas**

	AP1	AP2	AP3	AP4	AP5	AP6
<b>Mediana da profundidade do nível freático (m)</b>	<b>7,5</b>	<b>7,5</b>	<b>8,5</b>	<b>6,0</b>	<b>4,9</b>	<b>4,3</b>
<b>Mediana da profundidade do nível piezómetro (m)</b>	<b>19,5</b>	<b>18,0</b>	<b>17,1</b>	<b>16,7</b>	<b>15,1</b>	<b>15,1</b>

Da análise do Quadro 7.11 constata-se que, na generalidade das áreas piloto, o nível freático encontra-se associado à base das formações de cobertura ou, quando perante formações mais permeáveis do substrato, nos seus topos mais descomprimidos.

O nível piezométrico assume valores mais elevados, e encontra-se associado às formações do substrato. A sua percolação far-se-á nas zonas de contraste de permeabilidade.

Dada a diversidade geológica e consequente diversidade de parâmetros físicos/químicos inerentes a cada formação, os valores apresentados assumem carácter genérico, contudo uma vez que refletem leituras que abrangem todas as formações interessadas nas diversas áreas de estudo, poderão ter um cariz de sistematização funcional, devendo ser melhor avaliados noutros contextos e objetivos.

Tendo como premissa essa sistematização funcional procurou-se efetuar uma caracterização e classificação do maciço geológico do ponto de vista do seu potencial de percolação e armazenamento de água. Esta análise visa a obtenção de áreas homogéneas no que se refere à aptidão hidrogeológica visando a normalização dos estudos a apresentar em futuras ocupações.

Neste sentido foi retomado um trabalho desenvolvido pela autora (Pinto, 2003) através do qual foi proposta uma sistematização dos complexos hidrogeológicos e das classes de permeabilidade relativa das unidades geológicas de Lisboa, tendo por base as características estruturais e litológicas das mesmas.

Essa proposta inicial foi reavaliada, tendo em conta informação patente nos estudos de caracterização geológico/geotécnica e hidrogeológica disponíveis na plataforma GeoSIG.

No Quadro 7.12 apresenta-se a sistematização atualmente em vigor.

**Quadro 7.12. Complexos hidrogeológicos e classes de permeabilidade das formações geológicas de Lisboa**

	Complexos hidrogeológicos	Formações geológicas	Classes de permeabilidade relativa
	Complexo Carbonatado Cretácico	Formação de Caneças	Alta
		Formação de Bica	Alta
	Complexo Vulcânico Cretácico	Complexo Vulcânico de Lisboa: Escoadas	Baixa a Média
		Complexo Vulcânico de Lisboa: Níveis piroclásticos + filões	Baixa
	Complexo Oligocénico	Formação de Benfica	Baixa
Complexo Multicamada Miocénico	Sistema das <i>Argilas de Prazeres</i>	Argilas de Prazeres	Baixa a Média
	Sistema Miocénico Inferior	Areolas de Estefânia	Alta
		Calcários de Entrecampos	Alta
	Sistema das Argilas de Forno do Tijolo	Argilas de Forno do Tijolo	Baixa
	Sistema Calcarenítico Miocénico	Areias de Quinta do Bacalhau	Média
		Calcários de Casal Vistoso	Média a Alta
		Areias com <i>Placuna miocenica</i>	Média
		Calcários de Musgueira	Média a Alta
		Areias do Vale de Chelas	Média
		Calcários de Quinta das Conchas	Média a Alta
	Sistema das Argilas de Xabregas	Argilas de Xabregas	Baixa
	Sistema Miocénico Superior	Grés dos Grilos	Média a Alta
		Calcários de Marvila	Média
		Areolas de Braço de Prata	Média a Alta
		Areolas de Cabo Ruivo	Média a Alta
	Complexo Aluvionar	Aluviões	Baixa a Alta

▪ Complexo carbonatado Cretácico

Este complexo é constituído pelas formações carbonatadas cretácicas. Exibe um elevado grau de carsificação e fracturação o que facilita a percolação de água.

Constitui um aquífero livre, com a camada impermeável situada nos níveis mais margosos, exibindo, de modo geral, permeabilidade alta.

Ocorrem neste complexo ressurgências hídricas em resultado da intersecção das fraturas com a superfície do terreno.

As águas captadas no Complexo Carbonatado Cretácico exibem em geral fácies bicarbonatada cálcica e calco-magnesianas, reflexo das litologias atravessadas (Pais *et al.*, 2006).

- Complexo Vulcânico Cretácico

O Complexo Vulcânico Cretácico inclui as escoadas, filões e níveis piroclásticos que compõem o *Complexo Vulcânico de Lisboa*.

Dado o elevado grau de fracturação o escoamento de água processa-se ao longo das fraturas, contudo dado o elevado grau de alteração, a água que se infiltra acaba por percolar muito lentamente, ficando armazenada nessas fraturas ou nos espaços intergranulares, originando níveis de aquíferos cativos (Pinto, 2003). Nos níveis sedimentares e piroclásticos o escoamento processa-se através dos poros (Mendonça, 2016).

De um modo geral o complexo exhibe permeabilidade baixa a média, registando-se valores inferiores nos níveis piroclásticos. Estes sistemas assumem particular relevância na alimentação de aquíferos verticais. Os caudais obtidos são regra geral baixos (Pais *et al.*, 2006).

- Complexo Oligocénico

Este complexo exhibe elevada heterogeneidade litológica, sendo constituído por conglomerados, arenitos, siltitos, argilitos, calcários e margas.

O seu comportamento hidrogeológico reflete essa variabilidade litológica e assiste-se a variações na permeabilidade de local para local. O escoamento efetua-se nos poros e nos horizontes compostos por formação areníticas e carbonatadas fraturadas (Mendonça, 2016). Dada a elevada cimentação argilosa pode considerar-se que a permeabilidade é em geral baixa, comportando-se o complexo como um aquífero (Pinto, 2003).

- Complexo Multicamada Miocénico

O Complexo Multicamada Miocénico é constituído pela espessa série sedimentar miocénica, verificando-se alternâncias de formações de natureza argilosa, arenosa, calcarenítica e carbonatada, constituindo um aquífero multicamada.

Segundo Pais *et al.* (2006), as águas captadas no sistema multicamada miocénico exibem grande diversidade química, função das variações laterais e verticais das unidades geológicas, predominando a fácies bicarbonatadas cálcicas, cloretadas sódicas e mistas.

O comportamento hidrogeológico depende da heterogeneidade litológica o que resulta num conjunto alternante de estratos permeáveis e impermeáveis.

A espessura deste complexo diminui de E para W.

Estes comportamentos hidrogeológicos distintos culminaram na definição de 6 sistemas no interior deste complexo, que se descrevem de seguida:

- Sistema das Argilas de Prazeres
- Sistema Miocénico Inferior
- Sistema das Argilas de Forno do Tijolo
- Sistema Calcarenítico Miocénico
- Sistema das Argilas de Xabregas
- Sistema Miocénico Superior
- Sistema das Argilas de Prazeres

O sistema apresenta forte componente argilosa resultante da intercalação de bancadas de argila mais ou menos arenosas com bancadas de natureza margosa e carbonatada.

A predominância da fácies argilosa associada à elevada compacidade da unidade faz com que a permeabilidade seja baixa. Contudo, nos estratos calco-margosas ligeiramente fraturados, ocorre entrada de água, verificando-se um aumento da permeabilidade do tipo fissural.

A movimentação de caudais subterrâneos processa-se nas zonas de contraste de permeabilidade, função da conexão entre as fraturas e tipo de preenchimento, proporcionando o estabelecimento de aquíferos suspensos.

Esta alternância de camadas aquíferas com outras de permeabilidade baixa (aquitardo e aquiclusos), é típica dos sistemas multicamada.

- Sistema Miocénico Inferior

Este sistema apresenta níveis detríticos na base com um aumento da componente carbonatada para o topo. De acordo com os ensaios Lefranc analisados, exhibe valores de coeficiente de permeabilidade da ordem dos  $10^{-3}$  m/s, o que permitiu a classificação do sistema na classe de permeabilidade alta.

Este sistema comporta-se como um aquífero, tendo na base e no topo duas formações impermeáveis, materializadas pelos sistemas hidrogeológicos das Argilas de Prazeres e das Argilas de Forno do Tijolo.

- Sistema das Argilas de Forno do Tijolo

O Sistema das Argilas do Forno do Tijolo engloba a unidade geológica com a mesma designação e, dada a sua componente maioritariamente argilosa, comporta-se como um aquífero.

De acordo com os resultados obtidos nos ensaios Lefranc, os valores do coeficiente de permeabilidade situam-se na ordem dos  $10^{-5}$  a  $10^{-6}$  m/s, exibindo permeabilidade baixa.

- Sistema Calcarenítico Miocénico

O Sistema Calcarenítico Miocénico, constituído por alternâncias de calcários mais ou menos compactos e areias grosseiras com intercalações argilosas, apresenta um comportamento hidrogeológico típico de um sistema aquífero, exibindo permeabilidade média a alta, com valores dos ensaios de Lefranc da ordem de grandeza de  $10^{-3}$  a  $10^{-4}$  m/s.

- Sistema das Argilas de Xabregas

O Sistema das Argilas de Xabregas apresenta níveis argilosos, margas, arenitos e calcários. Dada a componente argilosa predominante, o seu comportamento hidrogeológico é de aquífero, em geral com permeabilidades baixas.

- Sistema Miocénico Superior

Este sistema exhibe uma fácies arenítica com algumas intercalações calcárias e margosas.

Dada a fácies litológica predominante o sistema exhibe permeabilidade média a alta, funcionando como um sistema aquífero confinado de elevada produtividade.

Os resultados dos ensaios Lefranc realizados nestas formações permitiram obter valores da ordem de grandeza de  $10^{-3}$  m/s.

- Complexo Aluvionar

O Complexo Aluvionar engloba as aluviões do Tejo e as aluviões associadas às linhas de águas subsidiárias.

A predominância de determinada fração granulométrica, influencia a porosidade dos materiais e conseqüentemente a sua permeabilidade, pelo que estas formações serão analisadas em separado devido às diferenças litológicas observadas.

- Aluviões do Tejo

As aluviões do Tejo são predominantemente argilo-lodosas e lodo-argilosas e exibem abundante matéria orgânica. Ocorrem intercalações de níveis mais arenosos de granulometria diversa (variando de fina a grosseira), com fragmentos de seixos de litologia diversa e restos de vegetais incarbonizados. Estas intercalações possibilitam a ocorrência de níveis confinados (aquítardos e/ou aquíclusos).

Dada a predominância da componente argilosa e lodosa a porosidade destes materiais é baixa e conseqüentemente a sua permeabilidade e condutividade hidráulica (Mendonça, 2016). Além disso, como a formação se encontra saturada, a circulação de água é muito lenta e a capacidade de armazenamento é muito baixa.

Este subcomplexo tem por nível de base o nível de água do estuário do Tejo, que por sua vez sofre influência das marés. Como a variação desse nível se processa de forma mais rápida no estuário, quando comparado com as formações marginais, ocorrem inversões no sentido do fluxo e pressão da água subterrânea. Assim, verifica-se que em praia-mar ocorre armazenamento e subida de pressão nos níveis confinados marginais e em baixa-mar o sentido de escoamento inverte-se e ocorre descarga e diminuição da pressão a partir do sistema marginal (Geotest, 2011; Mendonça, 2016).

Função da fácies litológica, a troca de água entre o estuário e as aluviões ocorre nas zonas arenosas, verificando-se que nas zonas mais lodosas apenas se regista aumento e diminuição de pressão.

Este subcomplexo exhibe espessura variável de local para local, que depende não apenas da dinâmica deposicional do rio, mas principalmente dos processos de desassoreamento de que a região é alvo. Estes processos visam a implementação das estruturas portuárias, zonas de recreio e lazer e para tornar a linha de costa navegável.

o Aluviões das linhas de água subsidiárias

Em contraste com as características acima apresentadas, as aluviões associadas às ribeiras afluentes do Rio Tejo são constituídas por materiais heterogéneos, não consolidados e contêm frequentemente matéria orgânica.

Estes materiais refletem na sua composição as litologias erodidas (Almeida, 1991).

Por este facto foram incluídas nas classes de permeabilidade baixa a alta, função do substrato geológico onde circulam.

A espessura é igualmente variável e fortemente condicionada pelo entalhe do vale, logo pela estrutura e morfologia.

É comum encontrar o nível freático no interior ou na base deste subcomplexo.

Os pressupostos que estiveram na base da sistematização proposta não tiveram em conta os depósitos de aterro, embora estes cubram a maior parte da cidade. Tê-los em conta implicaria, em geral, considerar um aumento da permeabilidade.

Não foi ainda considerado o contexto urbano da cidade de Lisboa uma vez que, os processos de infiltração e escorrência são fortemente condicionados por essa densa ocupação e dependem de inúmeros fatores, entre eles a recarga induzida (Carneiro e Carvalho, 2010).

### ***7.2.3. Ensaio SPT (standard penetration test)***

Introduzido nos Estados Unidos em 1902 pela Raymond Pile Company, a utilização do ensaio SPT disseminou-se a partir da década de 40 através de Terzaghi e Peck (Matos Fernandes, 2011), sendo atualmente o ensaio mais comum a nível mundial. O ensaio encontra-se descrito na norma ISO 22476-3:2005 – Geotechnical investigation and testing, Field testing, Parte 3: *Standard Penetration Test*.

É um ensaio simples e robusto que permite, em simultâneo, a colheita de amostras remexidas para ensaios de identificação e a avaliação das características físicas de determinado tipo de solos. É aplicável em rochas brandas, solos granulares e solos coesivos (Matos Fernandes, 2011; Veiga, 2011). Se por um lado esta abrangência e os baixos custos o tornaram muito atrativo e de utilização corrente, por outro a diversificação de equipamentos e sistemas, e dependência do operador, traduz-se numa grande variabilidade e incerteza dos resultados.



O ensaio é realizado no fundo de um furo de sondagem e consiste na cravação de um amostrador com dimensões e energia de cravação normalizadas (pilão com 63,5 kg de massa e altura de queda de 760mm, correspondendo a uma energia teórica - *E<sub>teor</sub>*). O ensaio é realizado em três fases, cada com penetrações de 150mm. Devido à perturbação do terreno provocada pelos trabalhos de furação, desprezam-se os resultados obtidos na primeira fase. O número de pancadas necessárias para atingir a penetração de 300mm (segunda e terceira fase) define o valor de *N* (SPT).

Como a energia envolvida na queda depende de um conjunto de fatores, de acordo com a norma ISO 22476-3:2005, os ensaios devem ser precedidos da verificação e calibração do equipamento permitindo determinar a energia de queda envolvida no ensaio (E<sub>meas</sub>), permitindo corrigir os valores do ensaio.

De acordo com a norma ISO 22476-3:2005, a cada incremento de 150mm de penetração deve registrar-se a profundidade inicial e final e o correspondente número de pancadas. Aos 150mm iniciais corresponderá assim o valor *N*<sub>0</sub>, seguindo-se a cravação dos 300mm, em incrementos de 150mm, registando-se os valores de *N<sub>n</sub>* e *N<sub>n+1</sub>*. Se no ensaio forem atingidas 50 pancadas (*N*=50) numa fase, o ensaio pode terminar; em rochas brandas o valor pode atingir as 100 pancadas (*N*=100). Nos solos rijos ou rochas brandas, em que a resistência à penetração é muito alta, a penetração correspondente ao número de pancadas pode ser registada.

Na prática corrente em Lisboa os ensaios SPT são realizados, em regra com um espaçamento de 1,5m entre si, devendo, contudo, ser realizados sempre que haja uma alteração nas características físicas do maciço intersetado.

Na tradição nacional, quando o número de pancadas atinge o valor 60 sem penetração de 150mm na fase 1 ou de 300mm na fase dois e três, a cravação é interrompida, registando-se a penetração verificada. Esta situação é vulgarmente designada por *nega* e o valor de *N* para 300 mm de penetração terá se ser obtido por extrapolação.

Dada a sua aplicação em variados contextos geotécnicos, foram definidas correlações empíricas que associam o resultado do número de pancadas obtidas em determinados tipos de solos, com determinadas características físicas e mecânicas, tais como a compacidade, a consistência e o ângulo de resistência ao corte em solos granulares, respetivamente (Matos Fernandes, 2011). As mais comuns são as correlações definidas por Skempton (1986 *in* Fernandes, 2011).

Dado que a fiabilidade dessas correlações apresenta limitações, na medida em que o ensaio SPT depende de fatores que podem influenciar o seu resultado, nomeadamente a utilização de métodos e equipamentos não normalizados, a técnica do operador e o tipo de terreno, e que as diferentes práticas adotadas em diversos países e pelas diversas empresas condicionam igualmente a sua fiabilidade e o estabelecimento de correlações com outros parâmetros, o ensaio SPT deve ser considerado como permitindo uma avaliação semi-quantitativa de características físicas.

Pese embora as limitações do ensaio SPT, a sua existência na quase totalidade das sondagens geotécnicas realizadas em Lisboa, torna incontornável o seu estudo em contexto de planeamento urbano.

#### **7.2.3.1. Tratamento dos resultados dos ensaios SPT**

Não foram realizadas as correções ao ensaio *SPT* recomendadas na bibliografia e na norma ISO 22476-3:2005, pela impossibilidade de determinar os fatores externos inerentes aos equipamentos que têm vindo a ser utilizados pelas diversas empresas de sondagem que operam na região de Lisboa, mas também pela escala e objetivo do trabalho.

Dada a diversidade de equipamentos e de práticas entre empresas e ao longo de quase 100 anos de trabalhos, foi necessário adequar a estrutura da Base de Dados à informação existente, permitindo reduzir a diversidade e a utilização da maioria da informação existente.

O estabelecimento de correlações empíricas foi igualmente considerado inadequado uma vez mais por questões de escala e objetivo do estudo considerando-se premente a sua consideração em contextos mais locais dada a variabilidade lateral e vertical de fácies, em particular nas formações miocénicas.

Na aplicação GeoSIG registam-se 93.100 resultados do ensaio *SPT*. A amostra correspondente às áreas de estudo conta com um total de 58.804 ensaios (63,2%), que se distribuem da seguinte forma: AP1 – 9,1%; AP2 – 26,5%; AP3 – 10,3%; AP4 – 17,8%; AP5 – 20,2% e AP6 – 16,1%.

No tratamento dos dados considerou-se que nos ensaios que terminaram sem a cravação total do amostrador, independentemente de ter terminado na cravação dos 150mm iniciais, os valores de *N* foram extrapolados para um valor equivalente a 300mm de penetração. Em formações muito rijas ou na presença de elementos rijos, o valor de *N* extrapolado pode ser

muito elevado, perdendo significado relativo. Por esse motivo, na análise estatística foram apenas considerados os valores da mediana e da moda. Considerou-se ainda que os valores de N extrapolados superiores a 180 devem ter diferentes significados em diferentes contextos.

Nos Quadros 7.13 a 7.18 sintetiza-se, por unidade interessada e por área piloto, a quantidade de ensaios analisados e os principais parâmetros estatísticos considerados.

O campo *Outros* inclui outras unidades interessadas, contudo com um número de resultados inferior a 10 pelo que, não foram discriminadas.

**Quadro 7.13. Parâmetros estatísticos dos ensaios SPT – AP1**

Unidade	Frequência	%	Mediana (m)	Moda (m)	Desvio padrão (m)	Coefficiente de variação
Aterros	1.634	30,6	12	8	35	1,6
Aluviões	1.973	36,9	27	4	73	1,8
Argilas de Prazeres	244	4,6	74	180	134	1,1
Complexo Vulcânico de Lisboa	584	10,9	138	180	59	0,5
Formação de Bica	358	6,7	164	180	64	0,5
Formação de Caneças	551	10,3	120	120	64	0,6
Outros	12	0,2	-	-	-	-
<b>TOTAL</b>	<b>5.344</b>	<b>100</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>

**Quadro 7.14. Parâmetros estatísticos dos ensaios SPT – AP2**

Unidade	Frequência	%	Mediana (m)	Moda (m)	Desvio Padrão (m)	Coefficiente de Variação
Aterros	2.959	19,0	9	4	34	1,8
Aluviões	2.508	16,1	10	0	20	1,3
Areias com <i>Placuna</i>	167	1,1	52	180	58	0,8
Calcários de Casal Vistoso	184	1,2	72	180	65	0,7
Areias de Quinta do Bacalhau	693	4,4	58	60	49	0,7
Argilas de Forno do Tijolo	910	5,8	60	60	54	0,7
Calcários de Entrecampos	366	2,3	134	180	62	0,5
Areolas de Estefânia	3.492	22,4	53	180	58	0,7
Argilas de Prazeres	4.113	26,4	64	180	67	0,8
Complexo Vulcânico de Lisboa	181	1,2	120	180	59	0,5
Outros	29	0,2	-	-	-	-
<b>TOTAL</b>	<b>15.602</b>	<b>100</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>

**Quadro 7.15. Parâmetros estatísticos dos ensaios SPT – AP3**

Unidade	Frequência	%	Mediana (m)	Moda (m)	Desvio padrão (m)	Coefficiente de variação
Aterros	1.439	23,8	12	7	25	1,4
Aluviões	86	1,4	11	11	12	0,9
Argilas de Xabregas	527	8,7	30	14	46	0,9
Calcários de Quinta das Conchas	505	8,3	69	180	64	0,7
Areias de Vale de Chelas	737	12,2	88	180	64	0,6
Calcários de Musgueira	146	2,4	129	60	57	0,5
Areias com <i>Placuna</i>	1.356	22,4	62	120	54	0,7
Calcários de Casal Vistoso	280	4,6	120	120	57	0,5
Areias de Quinta do Bacalhau	661	10,9	60	120	49	0,7
Argilas de Forno do Tijolo	267	4,4	56	60	45	0,7
Outros	47	0,8	-	-	-	-
<b>TOTAL</b>	<b>6.051</b>	<b>100</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>

**Quadro 7.16. Parâmetros estatísticos dos ensaios SPT – AP4**

Unidade	Frequência	%	Mediana (m)	Moda (m)	Desvio padrão (m)	Coefficiente de variação
Aterros	1.256	12,0	10	4	36	1,7
Aluviões	820	7,8	5	0	27	2,3
Areolas de Cabo Ruivo	4.091	39,1	47	60	56	2,7
Areolas de Braço de Prata	1.829	17,5	49	180	55	0,8
Calcários de Marvila	1.385	13,2	120	180	63	0,6
Grés dos Grilos	307	2,9	60	180	60	0,8
Argilas de Xabregas	723	6,9	55	60	53	0,7
Outros	47	0,4	-	-	-	-
<b>TOTAL</b>	<b>10.458</b>	<b>100</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>

**Quadro 7.17. Parâmetros estatísticos dos ensaios SPT – AP5**

Unidade	Frequência	%	Mediana (m)	Moda (m)	Desvio padrão (m)	Coefficiente de variação
Aterros	1.859	15,6	10	5	20	1,3
Aluviões	354	3	16	14	26	1,1
Calcários de Musgueira	60	0,5	129	180	68	0,6
Areias com <i>Placuna</i>	41	0,3	26	14	53	1,0
Calcários de Casal Vistoso	56	0,5	53	180	63	0,8
Areias de Qta.do Bacalhau	1.079	9,1	51	60	50	0,8
Argilas de Forno do Tijolo	1.844	15,5	67	120	53	0,6
Calcários de Entrecampos	334	2,8	120	120	58	0,5
Areolas de Estefânia	1.886	15,9	60	120	49	0,7
Argilas de Prazeres	3.626	30,5	60	60	53	0,6
Formação de Benfica	689	5,8	120	120	54	0,5
Outros	61	0,5	-	-	-	-
<b>TOTAL</b>	<b>11.889</b>	<b>100</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>

**Quadro 7.18. Parâmetros estatísticos dos ensaios SPT – AP6**

Unidade	Frequência	%	Mediana (m)	Moda (m)	Desvio padrão (m)	Coefficiente de variação
Aterros	1.601	16,9	11	5	27	1,5
Aluviões	206	2,2	12	8	24	1,2
Calcários de Entrecampos	218	2,3	75	120	57	0,6
Areolas de Estefânia	805	8,5	51	60	52	0,8
Argilas de Prazeres	4.409	46,6	69	120	48	0,4
Formação de Benfica	1.365	14,4	120	120	55	0,5
Complexo Vulcânico de Lisboa	689	7,3	139	180	53	0,4
Formação de Bica	135	1,4	164	180	55	0,4
Outros	32	0,3	-	-	-	-
<b>TOTAL</b>	<b>9.460</b>	<b>100</b>	-	-	-	-

Da análise dos quadros anteriores verifica-se que em todas as áreas piloto as formações de cobertura se encontram reproduzidas, nomeadamente os depósitos de aterro, com percentagem de ensaios variável entre os 18,6% na AP5 e 67,5% na AP1, o que evidencia o contexto urbano em questão.

Na AP1 e no que diz respeito às formações do substrato a unidade que regista maior percentagem de ensaios é o *Complexo Vulcânico de Lisboa*.

A formação *Argilas de Prazeres* é a mais representada nas áreas piloto 2, 5 e 6, com percentagem de ensaios da ordem dos 26,4%, 30,5% e 46,6%, respetivamente.

Na AP3 a maior percentagem de ensaios incide sobre a formação *Areias com Placuna* (22,4%) e na AP4 na formação *Areolas de Cabo Ruivo* (39,1%).

A representação dos resultados dos ensaios SPT não foi efetuada por área piloto, contrariamente à análise anterior, tendo sido privilegiada uma caracterização tipo das formações interessadas.

Para o efeito será apresentado o histograma da frequência relativa e a curva de frequência acumulada, para os valores de *N* obtidos diretamente a partir do ensaio e para os recalculados para uma penetração de 30 cm.

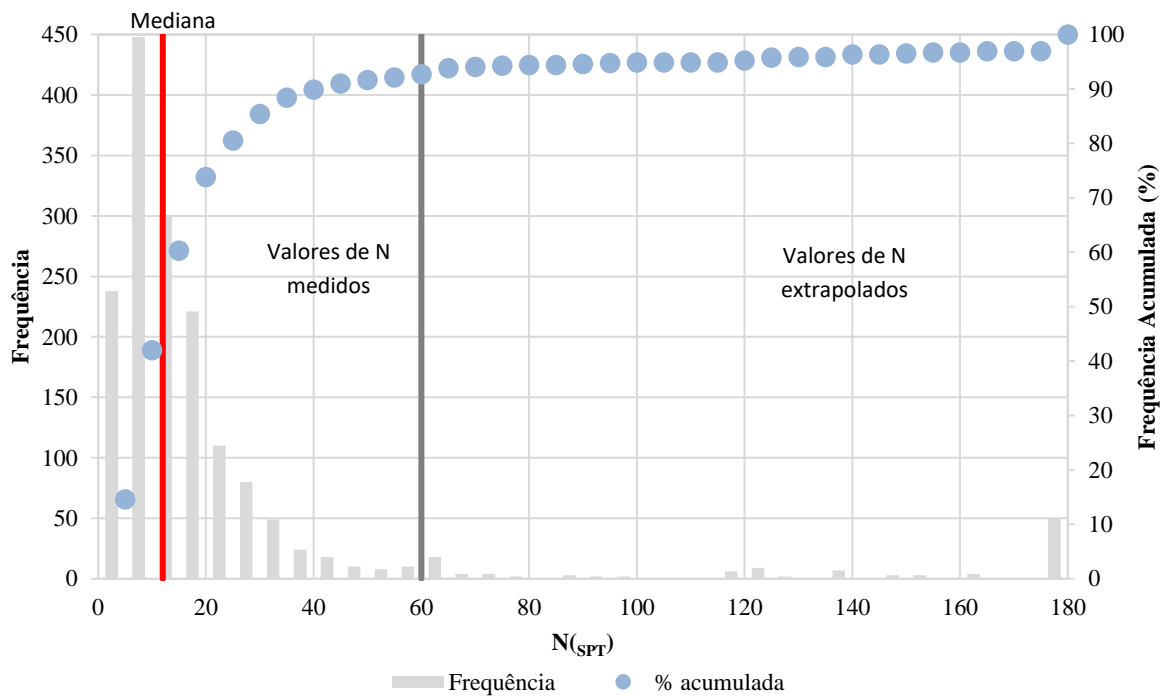
De referir que no tratamento dos dados considerou-se um valor máximo de  $N_{SPT} = 180$ . Todos os valores recalculados superiores a 180 foram contabilizados como 180 pese embora a percentagem de ensaios nessa condição seja apresentada de seguida.

**Quadro 7.19. Valores de  $N_{SPT}$  (recalculados) superiores a 180**

$N_{SPT} > 180$	AP1	AP2	AP3	AP4	AP5	AP6
Frequências	609	1.387	605	1.118	558	1.072
%	11	9	10	11	5	11

Atendendo à enorme variabilidade dos resultados dos ensaios SPT nas formações de cobertura, função dos contextos das áreas piloto, apresenta-se nos quadros A.17 a A.22, constantes do Anexo VI, os valores da frequência absoluta e frequência acumulada para os *Aterros e Aluviões*.

▪ *Aterros*



**Figura 7.25.** Histograma de frequência e frequência acumulada de  $N$  – *Aterros*

O histograma e curva de frequência acumulada dos *Aterros* são análogos em todas as zonas piloto, variando apenas a frequência uma vez que o número de ensaios também difere.

Da análise do gráfico 7.25, representativo da AP1, verifica-se que o intervalo de  $N_{SPT}$  com maior frequência é o de 5-10.

Pela análise dos quadros A.17 a A.19 verifica-se que o mesmo acontece nas restantes áreas piloto, com exceção da AP4 em que a maior frequência de ensaios se regista no intervalo 0-5.

Os resultados da caracterização litológica dos aterros na AP4 denotam menor percentagem de materiais indiferenciados e uma maior percentagem de materiais arenosos, o que verifica o resultado dos ensaios *SPT*.

De referir que em todas as zonas piloto aproximadamente 75 - 80% dos ensaios realizados nos *Aterros* se situam nos intervalos inferiores a 20 pancadas, conforme já evidenciado nos Quadros 7.13. a 7.18., onde os valores da mediana apresentam resultados variáveis entre as 9 (AP2) e 12 pancadas (AP1) e a moda entre 4 (AP2 e AP4) e 8 pancadas (AP1).

O histograma de frequência apresenta ainda resultados de considerar até ao intervalo 20-35, o que significa a presença de frações mais resistentes.

Os resultados na ordem das 180 pancadas corresponderão à existência de pedras ou blocos de maior dimensão no seio dos aterros, que originam situações de *nega* nos ensaios e refletem a atividade antrópica do meio urbano em estudo.

Os dados obtidos estão de acordo com os descritos por Almeida (1991) já que segundo a autora 75% dos ensaios *SPT* analisados apresentam resultados abaixo das 16 pancadas.

▪ *Aluviões*

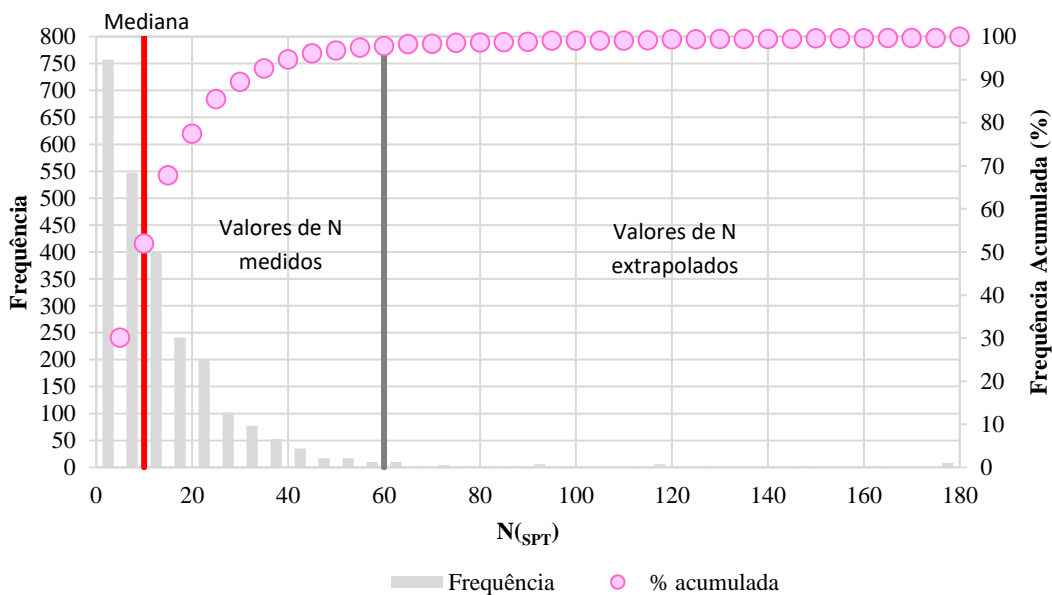


Figura 7.26. Histograma de frequência e frequência acumulada de  $N$  – Aluviões

O histograma e curva de frequência acumulada das *Aluviões* são análogos em todas as zonas piloto, variando apenas a frequência uma vez que o número de ensaios também difere.

O intervalo de  $N_{SPT}$  com maior frequência é o de 0-5, com exceção das AP3e AP6, em que a maior frequência de ensaios se regista no intervalo 5-10, e da AP5, em que a maior frequência ocorre no intervalo 10-15.

Nestas áreas piloto as aluviões encontram-se associadas a antigas linhas de águas subsidiárias logo, são compostas por materiais erodidos provenientes das formações do substrato, facto que justifica as maiores frequências para intervalos de  $N$  superiores, não verificados nos gráficos das zonas que incluem aluviões do Tejo.

De referir que nestas áreas a moda assume os valores mais elevados na formação, com 11, 14 e 8, respetivamente.

Contrariamente aos *Aterros*, nas formações aluvionares 75 – 80% dos ensaios correspondem a intervalos de  $N$  inferiores a 25 pancadas.

Uma vez mais exceciona-se a AP3 em que 85% dos resultados correspondem a valores de  $N < 15$  e a AP4 em que 75% dos resultados são inferiores a 10 pancadas.

Estes resultados confirmam-se pelos valores de mediana obtidos, superiores aos *Aterros*, com exceção da AP3 e AP4.

No padrão da formação exceciona-se o gráfico das aluviões na AP1 que apresenta 80% dos resultados dos ensaios nas classes inferiores a 45 pancadas.

Estes valores evidenciam o contexto geológico da AP1 na medida em que é a única área piloto composta por formações de natureza rochosa. Esta condição conduz ao aumento dos valores de  $N$  já verificados através da mediana e da moda com o valor de 27 e 4 respetivamente.

Todos os gráficos apresentam registos pontuais superiores, correspondentes à existência de blocos de maior dimensão no seio das aluviões.

- *Areolas de Cabo Ruivo*

A formação *Areolas de Cabo Ruivo* só ocorre na AP4 pelo que, as considerações estabelecidas cingem-se a essa zona.

O intervalo de  $N_{SPT}$  com maior frequência é o de 175-180 o que evidencia a competência da formação ou a intercalação de estratos mais resistentes pois a classe seguinte com maior frequência é 25-30.



No que se refere à curva de frequência acumulada verifica-se que 75% dos resultados de  $N$  correspondem à classe 75-80.

Os valores da mediana e moda denotam esta competência uma vez que apresentam valores de  $N$  da ordem dos 47 e 60, respetivamente.

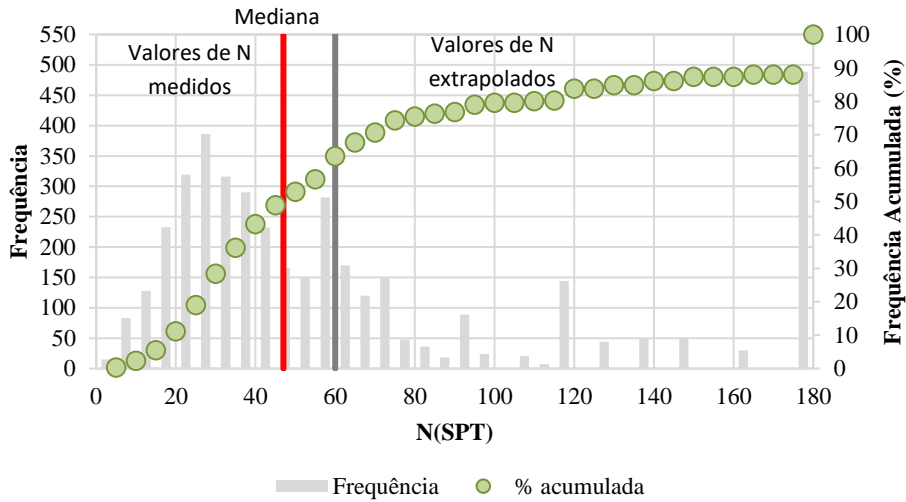


Figura 7.27. Histograma de frequência e frequência acumulada de  $N$  – Areolas de Cabo Ruivo

▪ *Areolas de Braço de Prata*

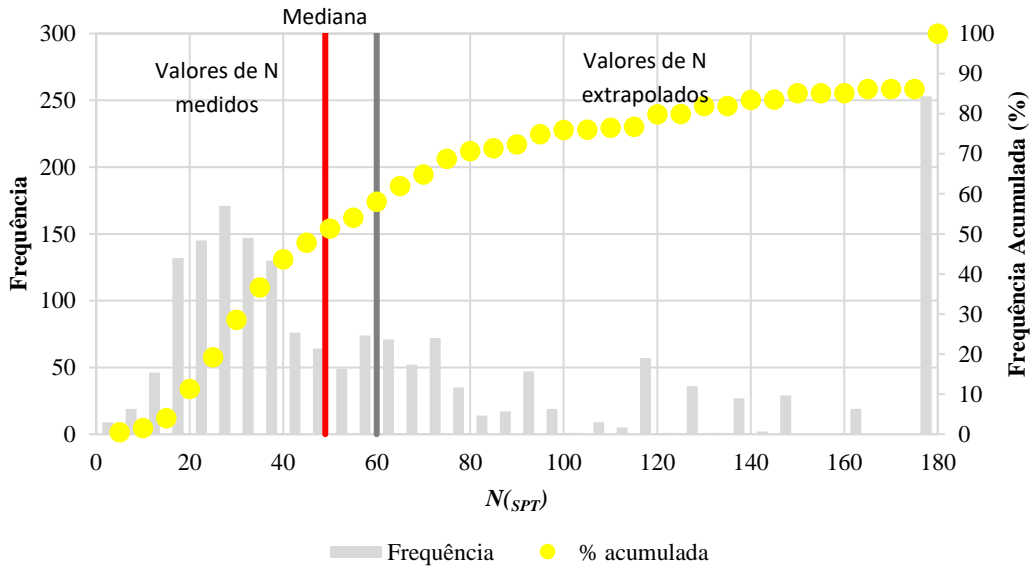


Figura 7.28. Histograma de frequência e frequência acumulada de  $N$  – Areolas de Braço de Prata

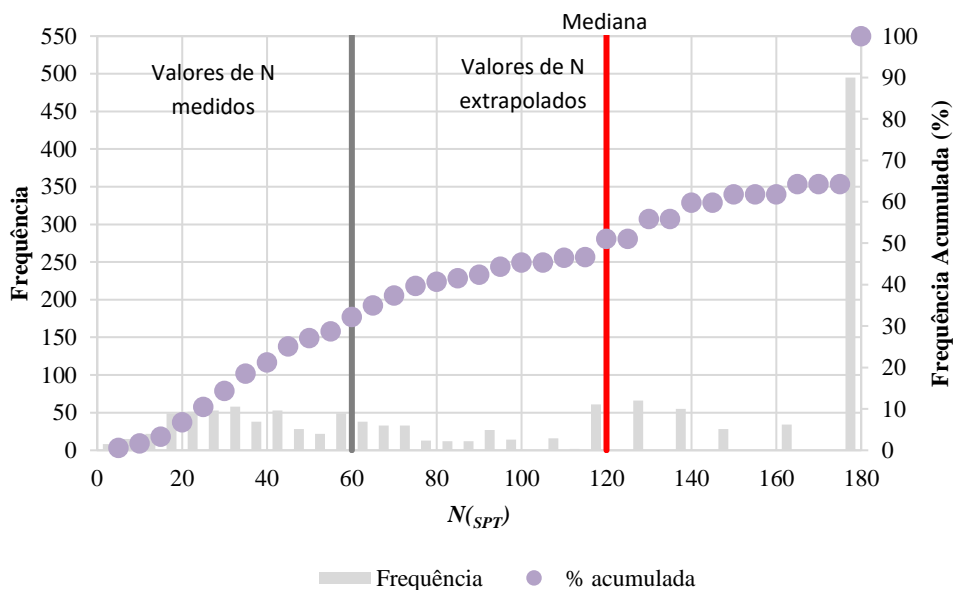
À semelhança da formação anterior, as *Areolas de Braço de Prata* também só foi interessada na AP4.

Pela análise da Figura 7.28 constata-se que o intervalo de  $N_{SPT}$  com maior frequência é o 175-180 o que evidencia a competência da formação ou a intercalação de estratos mais resistentes pois a classe seguinte com maior frequência é 25-30.

No que se refere à curva de frequência acumulada verifica-se que 75% dos resultados de  $N$  correspondem à classe 95-100.

Os valores da mediana e moda denotam esta competência uma vez que apresentam valores de  $N$  da ordem dos 49 e 180, respetivamente. Estas formações, quando comparadas com o conjunto dos solos miocénicos apresentam valores mais baixos, facto que poderá estar relacionado com uma menor consistência.

- *Calcários de Marvila*



**Figura 7.29.** Histograma de frequência e frequência acumulada de  $N$  – *Calcários de Marvila*

A formação *Calcários de Marvila* só foi interessada na AP4.

Pela análise da Figura 7.29 constata-se, uma vez mais que o intervalo de  $N_{SPT}$  com maior frequência é o de 175-180 o que evidencia a competência da formação.

Os valores da mediana e moda denotam esta competência uma vez que apresentam valores de  $N$  da ordem dos 120 e 180, respetivamente.

▪ *Grés dos Grilos*

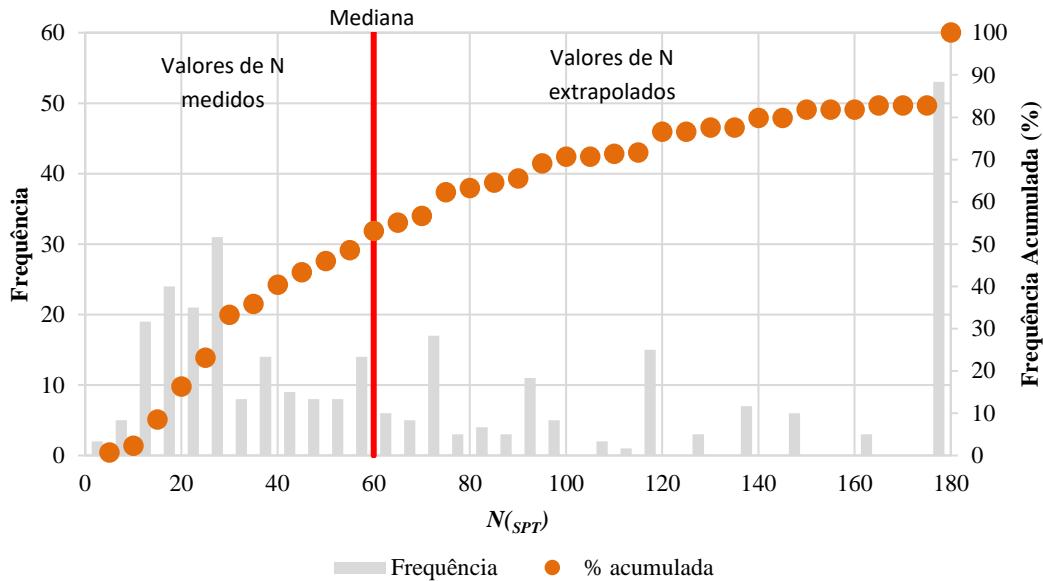


Figura 7.30. Histograma de frequência e frequência acumulada de  $N$  – Grés dos Grilos

Uma vez mais a formação *Grés dos Grilos* só foi interessada na AP4.

Pela análise da Figura 7.30 constata-se, uma vez mais que o intervalo de  $N_{SPT}$  com maior frequência é o de 175-180 o que evidencia a competência da formação ou a intercalação de estratos menos resistentes, pois a classe seguinte com maior frequência é 25-30.

No que se refere à curva de frequência acumulada verifica-se que 75% dos resultados de  $N$  correspondem à classe 115-120.

Os valores da mediana e moda denotam esta competência uma vez que apresentam valores de  $N$  da ordem dos 60 e 180, respetivamente.

▪ *Argilas de Xabregas*

A formação *Argilas de Xabregas* foi interessada na AP4 e na AP3.

Pela análise da Figura 7.31, representativa da AP4, constata-se que a classe predominante é a 175-180, conforme as restantes formações do miocénico superior já analisadas.

No que se refere à curva de frequência acumulada verifica-se que 75% dos resultados de  $N$  correspondem à classe 95-100.

Os valores dos principais parâmetros estatísticos são distintos entre as duas áreas piloto. No que se refere aos valores da mediana, denotam esta diferença de competência com valores de  $N$  da ordem dos 30 e 55, para a AP3 e AP4, respectivamente.

O valor da moda apresenta a mesma tendência registrando-se valores de 14 e 60, na AP3 e AP4, respectivamente.

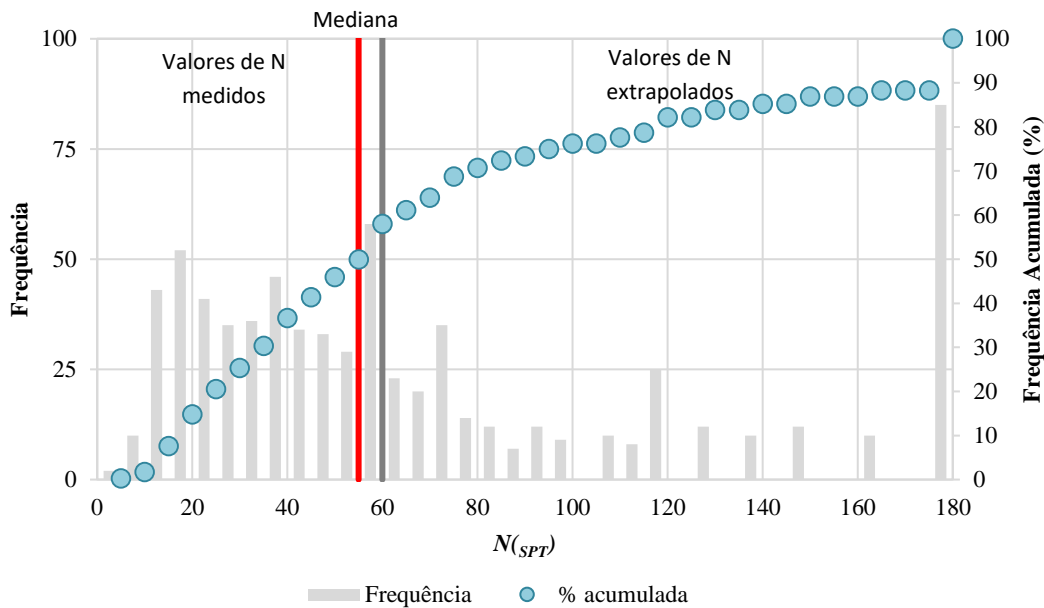


Figura 7.31. Histograma de frequência e frequência acumulada de  $N$  – Argilas de Xabregas

▪ Calcários de Quinta das Conchas

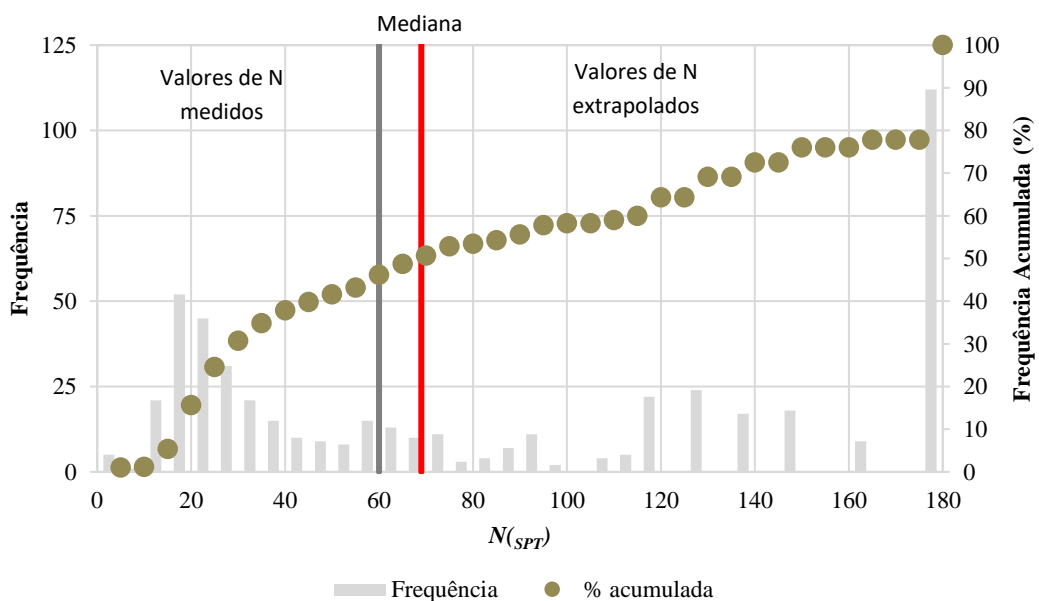


Figura 7.32. Histograma de frequência e frequência acumulada de  $N$  – Calcários de Quinta das Conchas

A formação *Calcários de Quinta das Conchas* só foi interessada na AP3.

Pela análise da Figura 7.32 constata-se que os intervalos de  $N$  com maior frequência são os de 175-180 pancadas e 15-25.

No que se refere à curva de frequência acumulada verifica-se que 75% dos resultados de  $N$  correspondem à classe 145-150.

Os valores da mediana e da moda denotam a competência da unidade com valores de  $N$  da ordem dos 69 e 180, respetivamente.

- *Areias do Vale de Chelas*

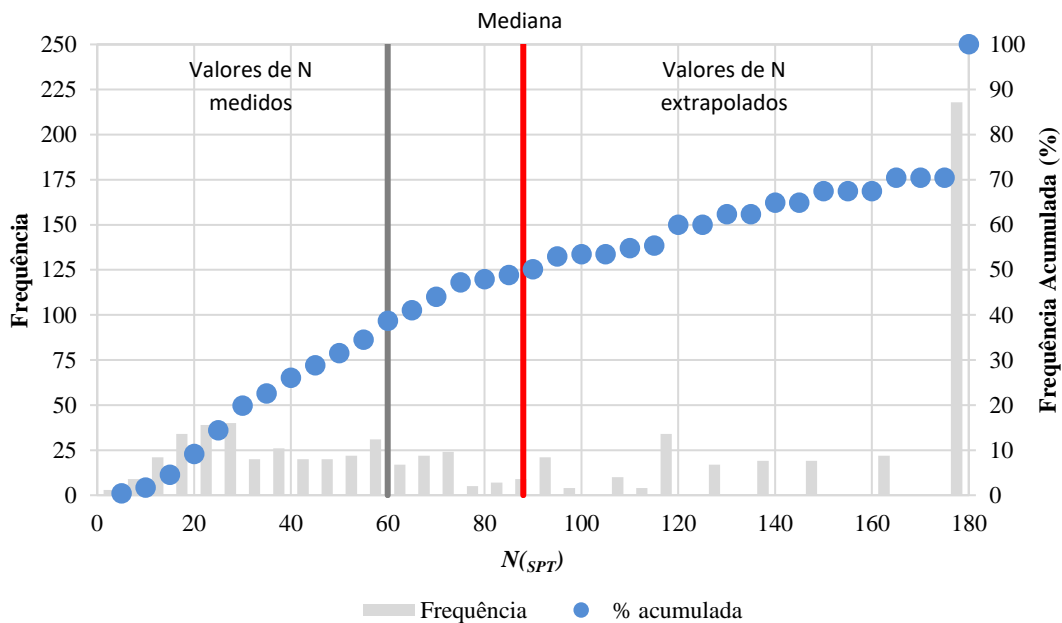


Figura 7.33. Histograma de frequência e frequência acumulada de  $N$  – Areias do Vale de Chelas

A formação *Areias do Vale de Chelas* só foi interessada na AP3.

Pela análise da Figura 7.33 constata-se, uma vez mais, que o intervalo de  $N_{SPT}$  com maior frequência é o de 175-180 o que evidencia a competência da formação.

Os valores da mediana e moda denotam esta competência uma vez que apresentam valores de  $N$  da ordem dos 88 e 180, respetivamente.

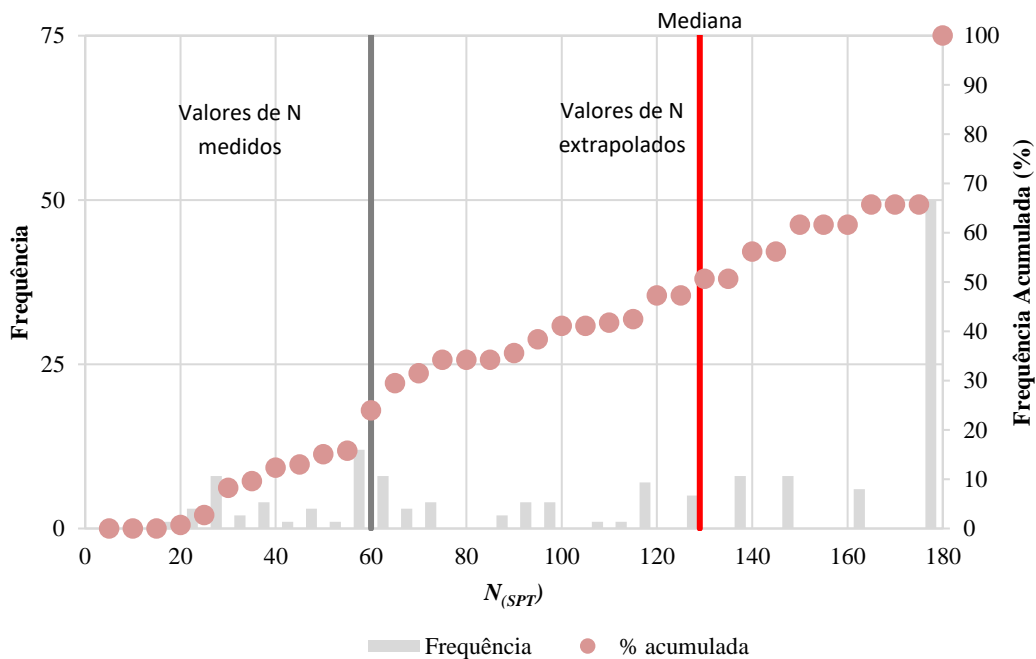
- *Calcários de Musgueira*

A formação *Calcários de Musgueira* foi interessada na AP3 e na AP5.

Pela análise do gráfico 7.34, representativo da AP3, constata-se que o intervalo de  $N_{SPT}$  com maior frequência é o de 175-180 o que evidencia a competência da formação.

Os valores da mediana reforçam essa consideração uma vez que apresentam valores de  $N$  da ordem dos 129 em ambas as zonas piloto.

A moda apresenta valores de grandeza de diferença, 60 e 180, na AP3 e AP5, respectivamente, mas, essa diferença pode dever-se ao baixo número de ensaios realizados na AP5 que, perfazendo apenas um total de 60 pode não ser representativo da formação.



**Figura 7.34.** Histograma de frequência e frequência acumulada de  $N$  – Calcários de Musgueira

- *Areias com Placuna*

A formação *Areias com Placuna* foi interessada na AP2, AP3 e na AP5.

Serão tidos em consideração os resultados obtidos na AP3 uma vez que foi a zona com maior número de ensaios realizados na unidade, permitindo uma melhor caracterização.

Pela análise da Figura 7.35 constata-se que o intervalo de  $N_{SPT}$  com maior frequência é o de 175-180 o que evidencia a competência da formação. Registam-se igualmente valores significativos associados às classes 25-30 e 115-120 que podem representar os estratos de natureza carbonatada ou fossilífera, intercalados.

O valor da mediana de  $N$  é 62 e a moda assume o valor de 120, inferior às formações carbonatadas já analisadas, mas ainda assim elevado.

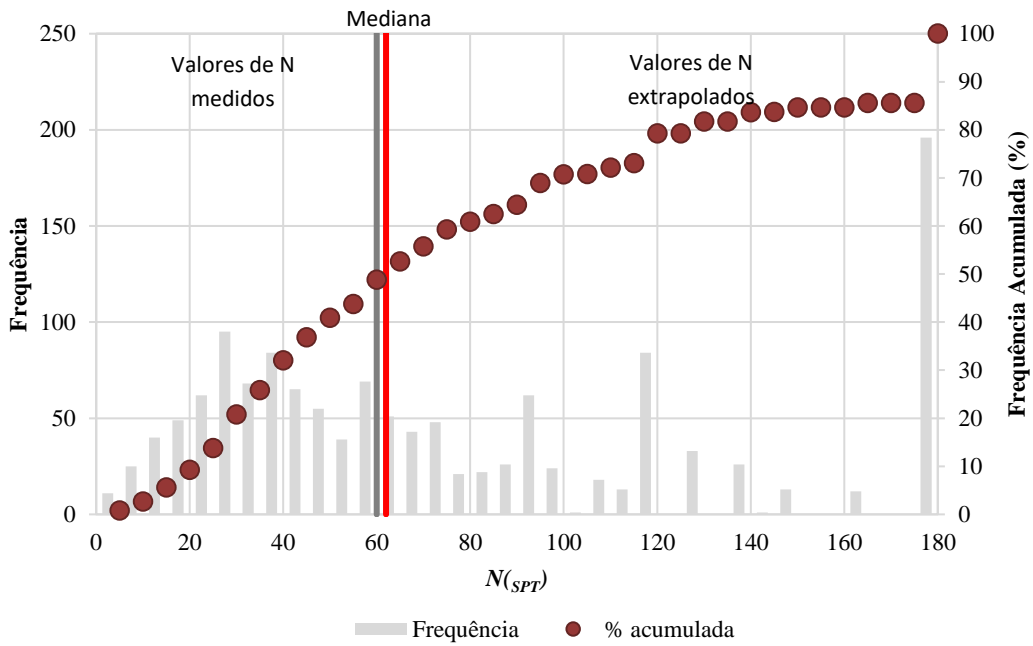


Figura 7.35. Histograma de frequência e frequência acumulada de  $N$  – Areias com Placuna

▪ Calcários de Casal Vistoso

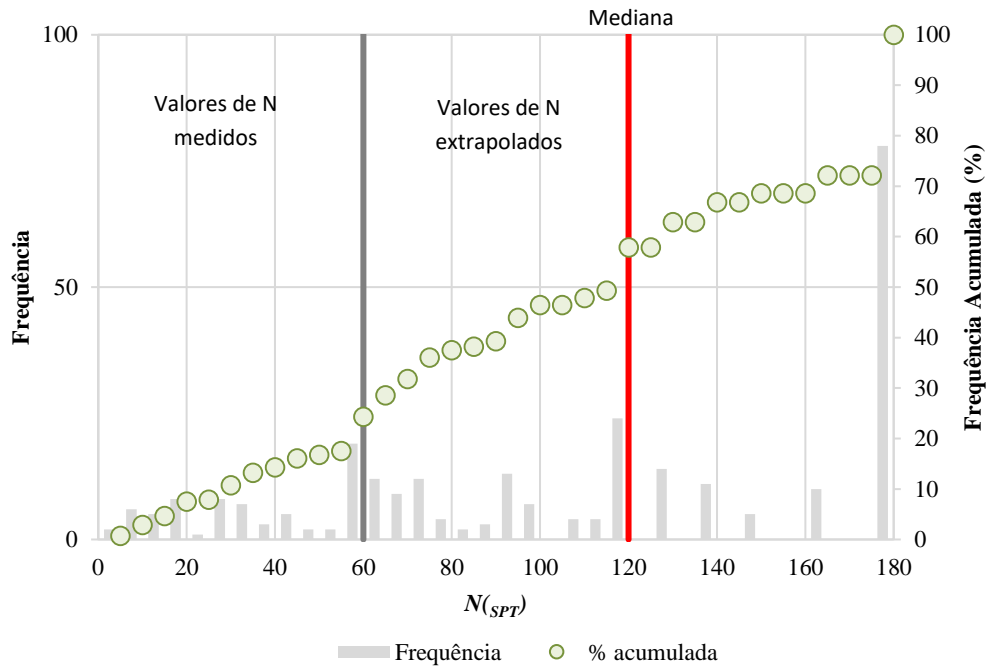


Figura 7.36. Histograma de frequência e frequência acumulada de  $N$  – Calcários de Casal Vistoso

A formação *Calcários de Casal Vistoso* foi interessada na AP2, AP3 e na AP5.

Uma vez mais e pelas razões anteriormente consideradas, serão tidos em consideração os resultados obtidos na AP3.

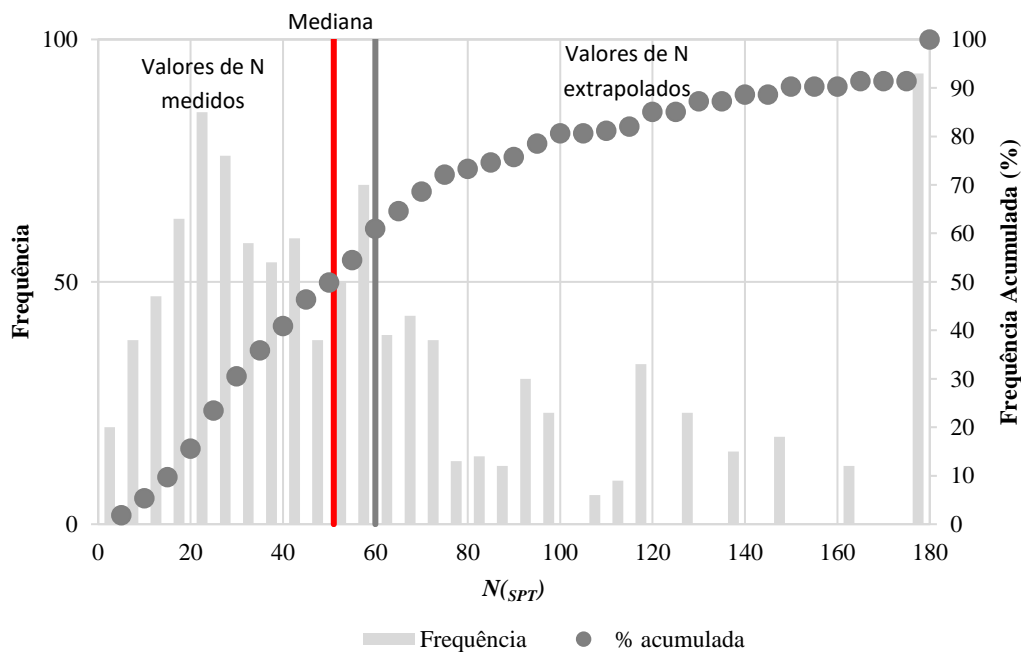
Pela análise da Figura 7.36 constata-se que o intervalo de  $N_{SPT}$  com maior frequência é o de 175-180.

Registam-se igualmente valores significativos associados às classes 55-60 e 115-120 que podem representar estratos de maior resistência intercalados.

O valor da mediana de  $N$  é 120 e a moda assume o valor de 120, inferior às formações carbonatadas já analisadas, mas ainda assim elevado. De referir que na AP2 e AP5 os valores da mediana são inferiores, mas a moda é mais elevada. Dada a falta de representatividade consideram-se os valores obtidos na AP3.

▪ *Areias de Quinta do Bacalhau*

A formação *Areias de Quinta do Bacalhau* foi interessada na AP2, AP3 e na AP5.



**Figura 7.37.** Histograma de frequência e frequência acumulada de  $N$  – *Areias de Quinta do Bacalhau*

Pela análise da Figura 7.37, representativo da AP5, constata-se que o intervalo de  $N_{SPT}$  com maior frequência é o de 175-180.



Registam-se valores significativos nas classes inferiores a 60 pancadas o que evidencia uma alternância de fácies mais evidente que nas formações anteriormente analisadas.

No que se refere à curva de frequência acumulada verifica-se que 75% dos resultados de  $N$  correspondem à classe 85-90.

O valor da mediana de  $N$  é da ordem dos 50 e a moda assume o valor de 60.

A diversidade de intervalos representativos pode dever-se a diferenças na profundidade dos ensaios, mas essa questão não será abordada no presente capítulo.

▪ *Argilas de Forno do Tijolo*

A formação *Argilas de Forno do Tijolo* foi interessada na AP2, AP3 e AP5.

Pela análise da Figura 7.38, relativa à AP5, constata-se que o intervalo de  $N_{SPT}$  com maior frequência é o de 175-180.

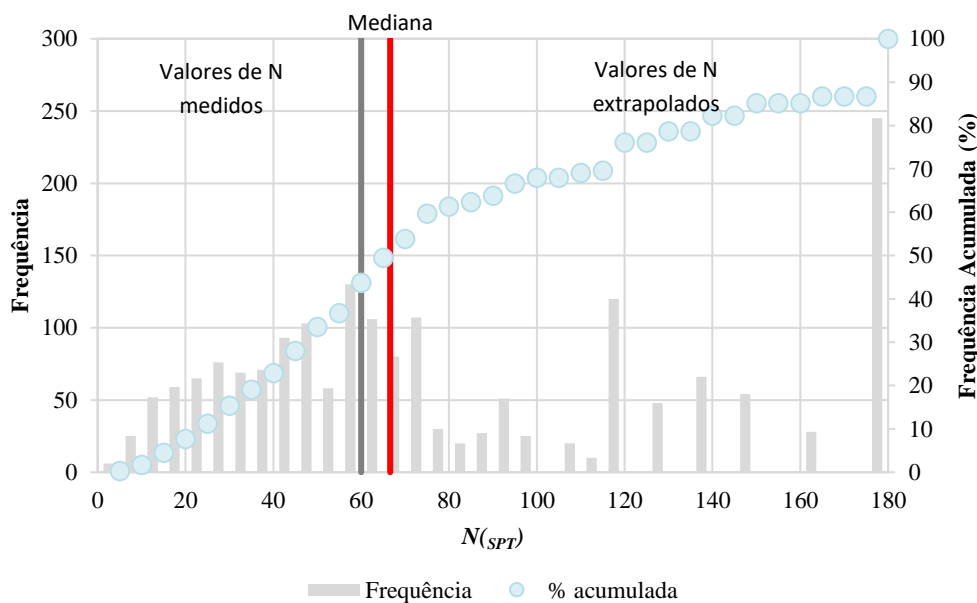


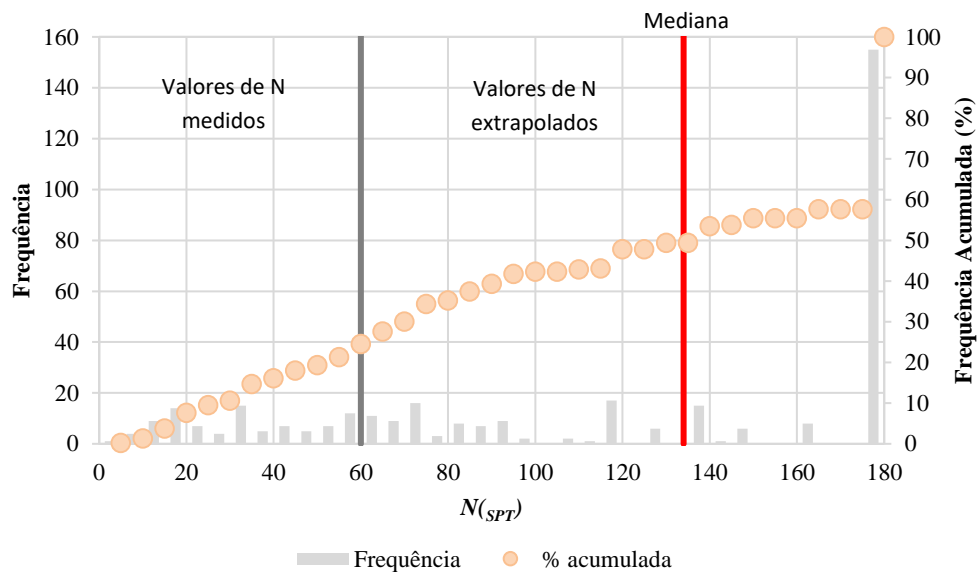
Figura 7.38. Histograma de frequência e frequência acumulada de  $N$  – Argilas de Forno do Tijolo

Registam-se valores significativos nas classes entre 40-70 o que evidencia alternância de fácies.

No que se refere à curva de frequência acumulada verifica-se que 75% dos resultados de  $N$  correspondem à classe 120-125.

O valor da mediana de  $N$  é da ordem dos 66 e a moda assume o valor de 120.

▪ *Calcários de Entrecampos*



**Figura 7.39.** Histograma de frequência e frequência acumulada de  $N$  – Calcários de Entrecampos

A formação *Calcários de Entrecampos* foi interessada na AP2, AP5 e AP6.

Pela análise da Figura 7.39 constata-se que o intervalo de  $N_{SPT}$  com maior frequência é o de 175-180. Os restantes intervalos assumem frequências pouco significativas.

O valor da mediana de  $N$  é da ordem dos 134 e a moda assume o valor de 180. Estes valores são relativos à AP2, que foi considerada por ser a área onde a unidade se encontra mais bem representada.

▪ *Areolas de Estefânia*

A formação *Areolas de Estefânia* foi interessada na AP2, AP5 e AP6.

Pela análise da Figura 7.40 constata-se que o intervalo de  $N_{SPT}$  com maior frequência é o de 175-180. Registam-se valores significativos nas classes entre 15-45 o que evidencia alternância de fácies.

No que se refere à curva de frequência acumulada verifica-se que 75% dos resultados de  $N$  correspondem à classe 115-120.

O valor da mediana de  $N$  é da ordem dos 50-60 e a moda assume o valor de 120. Estes valores são relativos à AP2, que foi considerada por ser a área onde a unidade se encontra mais bem representada.

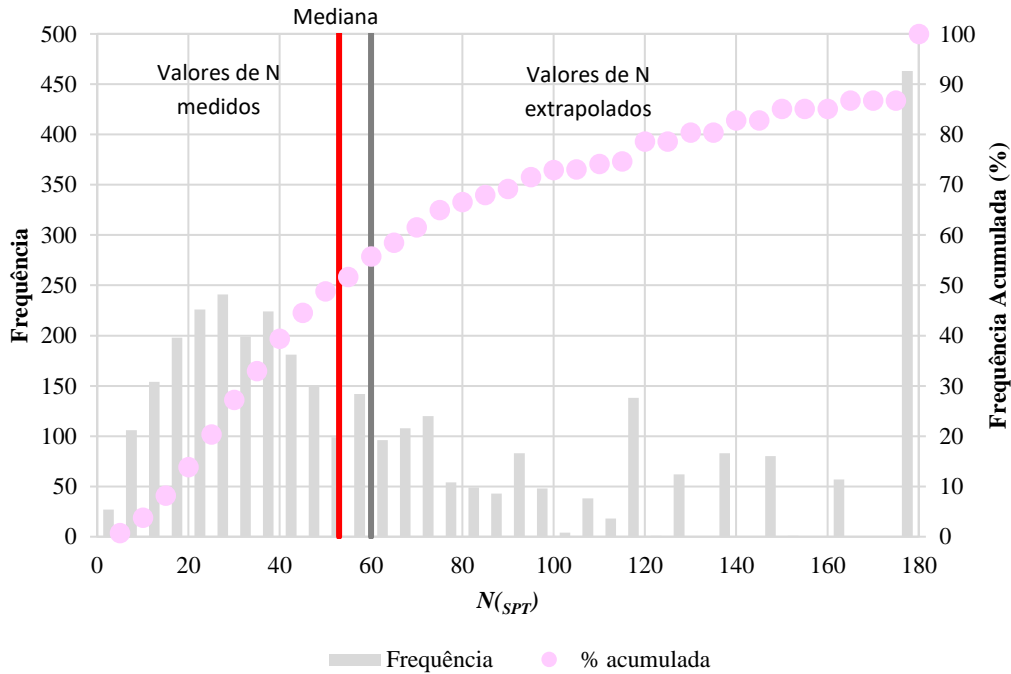


Figura 7.40. Histograma de frequência e frequência acumulada de  $N$  – Areolas de Estefânia

▪ Argilas de Prazeres

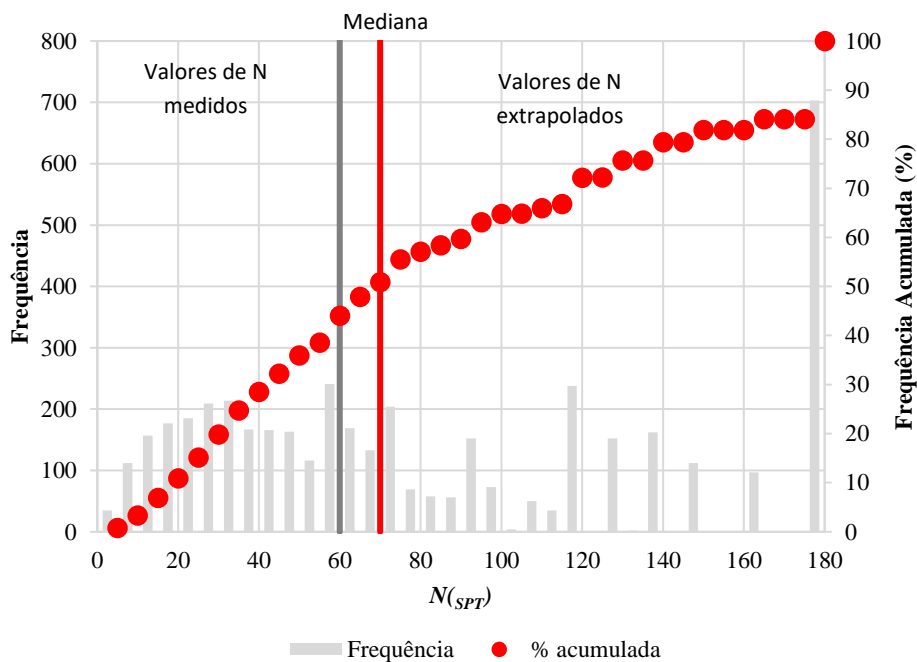


Figura 7.41. Histograma de frequência e frequência acumulada de  $N$  – Argilas de Prazeres

A formação *Argilas de Prazeres* é a mais representada e foi interessada na AP1, AP2, AP5 e AP6.

Pela análise da Figura 7.41 constata-se que o intervalo de  $N_{SPT}$  com maior frequência é o de 175-180. Registam-se valores significativos nas restantes classes entre 15-55 o que evidencia alternância de fácies.

No que se refere à curva de frequência acumulada verifica-se que 75% dos resultados de  $N$  correspondem à classe 125-130.

O valor da mediana de  $N$  é da ordem dos 70 e a moda assume o valor de 120. Estes valores são relativos à AP6, que foi considerada por ser a área onde a unidade se encontra mais bem representada.

▪ *Formação de Benfica*

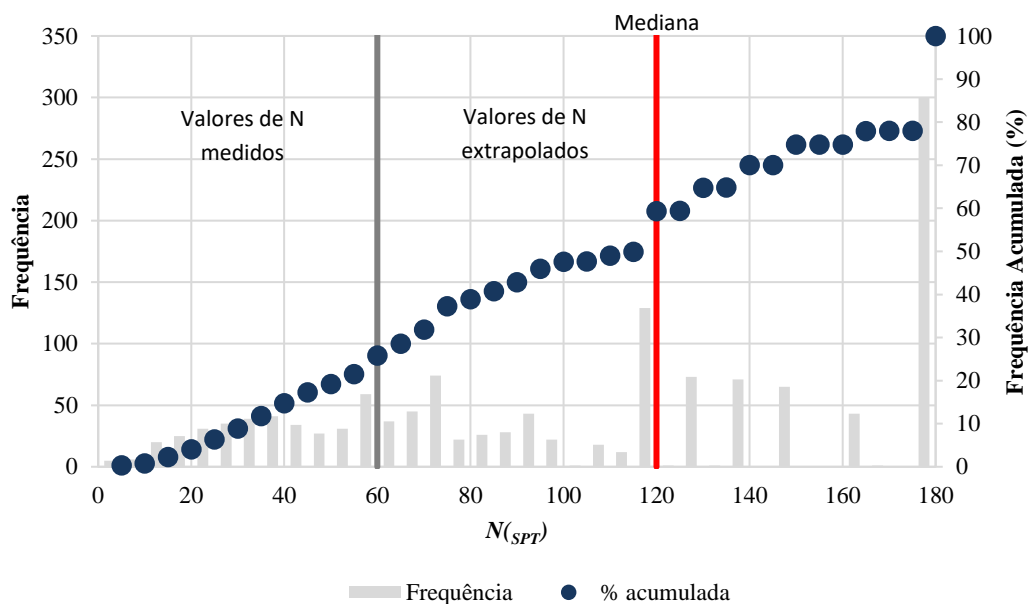


Figura 7.42. Histograma de frequência e frequência acumulada de  $N$  – Formação de Benfica

A Formação de Benfica foi interessada na AP5 e AP6.

Pela análise da Figura 7.42, relativa à AP6, constata-se que o intervalo de  $N_{SPT}$  com maior frequência é o de 175-180. Registam-se valores significativos nas restantes classes entre 115-120 o que evidencia alternância de fácies.

No que se refere à curva de frequência acumulada verifica-se que 75% dos resultados de  $N$  correspondem à classe 155-160.

O valor da mediana de  $N$  é da ordem dos 120 e a moda assume o valor de 120.

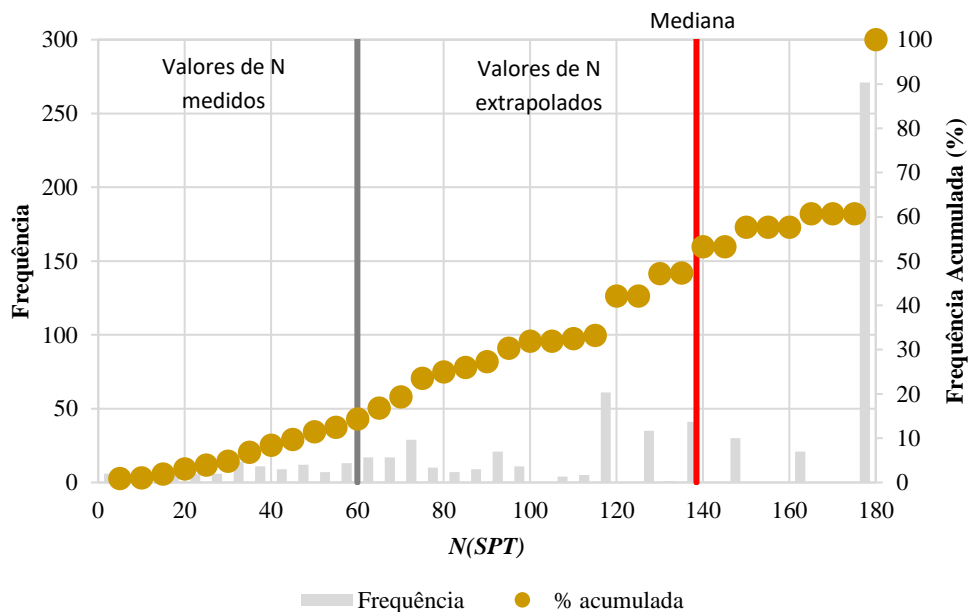
A formação apresenta elevada consistência pese embora as alternâncias de fácies registadas.

- *Complexo Vulcânico de Lisboa*

O *Complexo Vulcânico de Lisboa* foi interessado na AP1 e AP6.

Pela análise da Figura 7.43, relativa à AP6, constata-se que o intervalo de  $N_{SPT}$  com maior frequência é o de 175-180.

O valor da mediana de  $N$  é da ordem dos 138 e a moda assume o valor de 180.



**Figura 7.43.** Histograma de frequência e frequência acumulada de  $N$  – *Complexo Vulcânico de Lisboa*

Esta formação é de natureza rochosa e exhibe elevada resistência e o ensaio SPT não é exequível. A maioria dos ensaios foram realizados no topo da formação e os valores de  $N$  mais baixos retratam níveis piroclásticos intercalados ou zonas mais alteradas do maciço.

▪ *Formação de Bica*

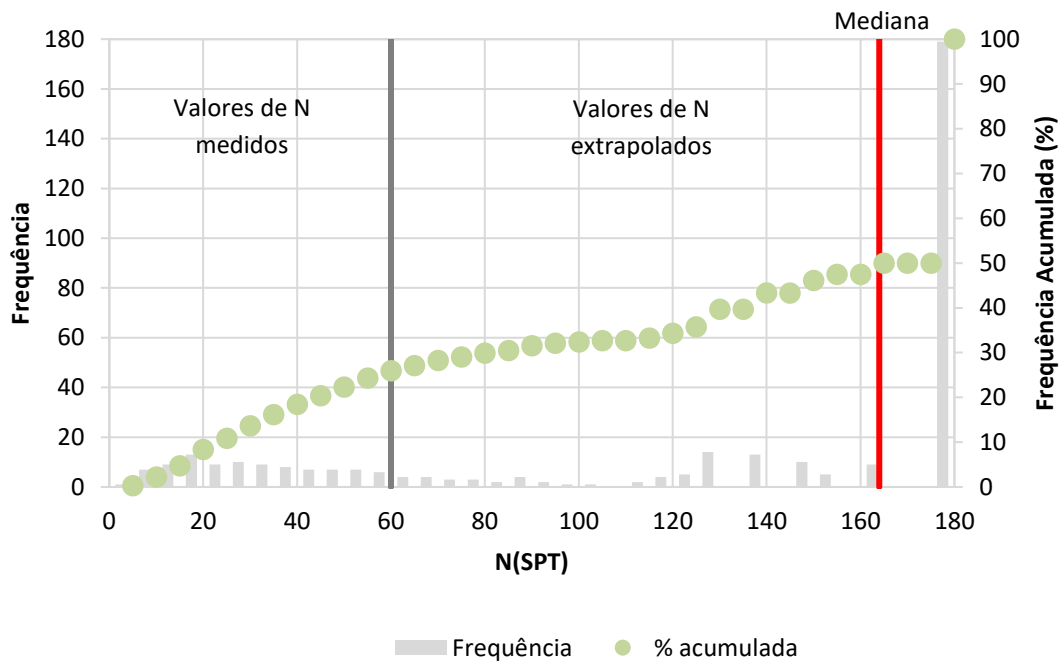


Figura 7.44. Histograma de frequência e frequência acumulada de  $N$  – Formação de Bica

A Formação de Bica foi interessada na AP1 e AP6.

Pela análise da Figura 7.44 constata-se que o intervalo de  $N_{SPT}$  com maior frequência é o de 175-180.

O valor da mediana de  $N$  é da ordem dos 164 e a moda assume o valor de 180. Estes valores são relativos à AP1, zona onde a unidade se encontra mais bem representada.

À semelhança do *Complexo Vulcânico de Lisboa* esta formação é de natureza rochosa e exhibe elevada resistência logo, o ensaio SPT não é exequível. A maioria dos ensaios foram realizados no topo da formação e os valores de  $N$  mais baixos retratam zonas mais alteradas do maciço.

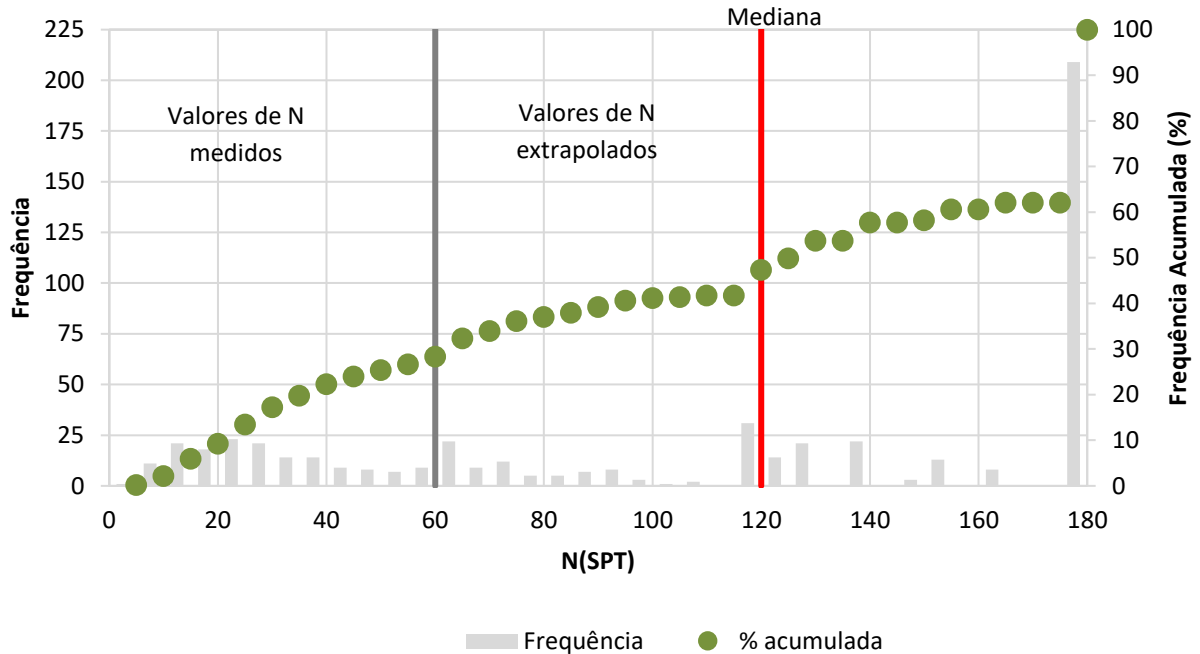
▪ *Formação de Caneças*

A Formação de Caneças foi interessada apenas na AP1.

Pela análise da Figura 7.45 constata-se que o intervalo de  $N_{SPT}$  com maior frequência é o de 175-180.

O valor da mediana de  $N$  é da ordem dos 120 e a moda assume o valor de 120.

À semelhança das formações rochosas anteriores esta formação exhibe elevada resistência logo, o ensaio SPT não é exequível. A maioria dos ensaios foram realizados no topo da formação e os valores de  $N$  mais baixos retratam zonas mais alteradas do maciço.



**Figura 7.45.** Histograma de frequência e frequência acumulada de  $N$  – Formação de Caneças

De um modo geral, verificou-se que em zonas de rochas brandas ou de solos sobreconsolidados os valores de  $N$  são elevados alterando o significado dos parâmetros estatísticos média e desvio padrão tendo por isso sido adotado o valor da mediana e da moda (Teves-Costa *et al.*, 2004).

A análise do coeficiente de variação permitiu também concluir que estes resultados, quando associados às formações de cobertura, exibem valores mais elevados, o que denota a presença de blocos de maior dimensão envolvidos na matriz, e que mais uma vez evidencia o pouco significado do ensaio  $SPT$  quando aplicado em solos moles.

Por outro lado, os valores de  $nega$  associados às formações do substrato, revelam a sua elevada compacidade (quando perante materiais granulares e rochas brandas) e elevada consistência (quando perante solos coesivos - argilosos).

De referir que os valores de  $N$  nas formações do topo do miocénico são inferiores aos restantes solos miocénicos, o que se pode dever a uma menor consistência destas formações (Almeida, 1991).

Os efeitos da profundidade têm forte influência no resultado de  $N$ . Essa análise será efetuada com recurso a representação espacial e será abordada no Capítulo 8.

A análise realizada neste capítulo permitiu verificar a existência de alguns erros ao nível dos dados, resultantes de falhas no preenchimento da base de dados. Esses dados não foram tidos em consideração assim como, dados oriundos de relatórios geológico-geotécnicos que na análise se verificou possuírem pior qualidade.



## Capítulo 8 – Sistema de informação geocientífica

---

Um Sistema de informação geocientífica (SIGC) é uma interface que associa uma base de dados a um SIG, beneficiando das rotinas de processamento e normalização implementadas, e visando a disponibilização de conteúdos, resultantes de estudos de cariz científico, georreferenciados, produzidos por diversas entidades, a um universo de utilizadores (Laiginhas, 2008; Patinha e Antunes, 2008).

O SIGC desenvolvido no âmbito da presente Tese assenta no software ArcMap - ArcGIS Desktop da ESRI®, e interage com a BD GeoSIG. Esta interface procura gerir, analisar e cruzar os dados de natureza geológica e afim, visando a integração da informação deles obtida, na produção de cartografia de âmbito geológico, geotécnico e hidrogeológico, que promova uma gestão e planeamento eficientes, da cidade de Lisboa.

A seleção do software teve em conta o facto de que toda a infraestrutura de dados espaciais da CML assenta nesta tecnologia, e desta forma todos os conjuntos de dados apresentam uniformização no que se refere aos sistemas de referenciação e de coordenadas, o que muito facilita as operações de análise realizadas sobre os mesmos.

O primeiro passo para a criação do SIGC consistiu na elaboração de consultas à BD GeoSIG de modo a selecionar os dados mais relevantes para os objetivos propostos. Alguns dados, por se encontrarem em tabelas distintas, tiveram de ser correlacionados. Essa operação decorreu através da criação de rotinas, assentes em linguagem de programação que, embora desenvolvidas para a presente Tese, não foram realizadas pela autora.

O SIGC foi ligado à BD GeoSIG e para otimização das operações de análise foram criadas vistas espaciais, isto é, a todos os dados alfanuméricos presentes nas tabelas interessadas foram associados dados espaciais, designadamente as suas coordenadas.

Na representação dos dados espaciais foram adotados o modelo vetorial e o modelo matricial.

O modelo vetorial, vocacionado para dados discretos com limites geográficos bem definidos, efetua a representação da informação geográfica através das geometrias ponto, linha e polígono (Silva *et al.*, 2016). Este modelo foi adotado na produção das cartas de fatores e cartas auxiliares.

O modelo matricial, utilizado na gestão de dados contínuos ou imagens, representa a informação através de uma matriz de dados (Silva *et al.*, 2016). Para a produção das cartas integradas e de síntese foi adotado este modelo.

No presente SIGC foi ainda utilizado um outro tipo de modelo de dados espaciais, o TIN. Este modelo decompõe a superfície segundo faces triangulares planas (Silva, 2003) e foi utilizado na geração do MDT.

Os dados de natureza geológica, geotécnica e hidrogeológica exibem caráter pontual pelo que a sua análise visando a produção das cartas integradas implicou a interpolação para geração de níveis em formato matricial.

Os métodos de interpolação podem ser classificados em determinísticos ou geoestatísticos. Ambos os métodos utilizam valores pontuais para estimar o valor da variável em pontos desconhecidos na área de estudo e com os quais se assume existir autocorrelação espacial.

Os métodos determinísticos geram superfícies com base em parâmetros matemáticos. As relações espaciais nos pontos medidos são determinadas por condições dos dados iniciais e pela forma como o utilizador define os parâmetros do modelo. A incerteza não é tida em conta nas previsões realizadas com este tipo de método. Os interpoladores determinísticos disponíveis no ArcMap são o *IDW (inverse distance weighted)*, o *Natural Neighbours* e o *Spline* (ESRI, 2019).

Os métodos geoestatísticos geram as superfícies a partir de parâmetros baseados na estrutura espacial e propriedades estatísticas dos dados, utilizando para o efeito modelos matemáticos e estatísticos. Estes métodos permitem estimar a incerteza, pois assumem que os dados estão sujeitos a variação e erros de medição. O interpolador geoestatístico mais comum é a *krigagem* (ESRI, 2019).

Dada a dificuldade em construir variogramas fiáveis, dado o reduzido número de dados e a sua distribuição espacial heterogénea, considerou-se que os interpoladores determinísticos seriam os indicados para a produção das cartas derivadas. Dos disponíveis o IDW foi o método selecionado em todas as análises, pois é dos mais objetivos e facilmente reproduzível (ESRI, 2019).

Para a produção das cartas síntese foram realizadas operações de álgebra de mapas. Estes modelos de aptidão resultam da união de vários conjuntos de dados num único tema, muitas vezes com recursos a processos de reclassificação de variáveis, sendo privilegiados os valores da escala de adequação que melhor se adaptem ao objetivo proposto (ESRI, 2019).

As operações realizadas para a produção dos elementos síntese serão detalhadas aquando a seção específica.

Dadas as características intrínsecas a este tipo de dados, nomeadamente a heterogeneidade na sua distribuição, variabilidade espacial dos atributos e processos de evolução naturais, existirá sempre um grau de incerteza associado, que estará diretamente relacionado com a escala, contudo pese embora as limitações, estas ferramentas têm cada vez mais assumido um papel relevante na comunicação de resultados e no apoio à decisão.

### **8.1. Cartas de fatores**

Todos os estudos consultados apresentam similitudes no que se refere às cartas de fatores produzidas e, independentemente do contexto em análise, alguns fatores constituem informação base.

No âmbito do presente estudo foram desenvolvidas metodologias para produzir as seguintes cartas de fatores:

- Litologia/estrutura
- Extração de materiais de construção (recursos naturais)
- Património geológico
- Geomorfologia
- Hidrologia
- Hidrogeologia
- Ocupação do solo

Todas as cartas de fatores foram elaboradas numa escala grande, 1:10.000, contudo por uma questão de apresentação de resultados no corpo do texto, foram adotadas escalas médias, variáveis entre 1:15.000 ou 1:20.000, consoante a dimensão da área piloto.

#### ***8.1.1. Litologia, estrutura, extração de materiais de construção e património geológico***

Por questões de otimização da análise, os temas litologia, estrutura, extração de materiais de construção e património geológico encontram-se representadas numa única carta.

Dado o cariz urbano das diversas áreas piloto, é dado destaque às antigas pedreiras existentes, assim como, aos afloramentos que constituem a rede de Geomonumentos de Lisboa.

A descrição das formações geológicas e acidentes tectónicos que ocorrem na área afeta ao concelho de Lisboa foi efetuada no decurso do Capítulo 3. Nesta seção apenas se nomeiam as

unidades litostratigráficas interessadas nas diversas áreas piloto assim como, representadas as falhas geológicas.

▪ **Materiais de construção (recursos naturais)**

Dado o contexto urbano em que se insere esta análise, optou-se por designar os recursos naturais explorados por materiais de construção.

O levantamento cartográfico desses recursos foi efetuado por Pinto (2005) e culminou numa publicação do município de Lisboa intitulada *Levantamento cartográfico de locais de pedreiras no concelho de Lisboa*. Os locais de antigas explorações foram inventariados através da consulta de licenças de concessão de exploração e outras fontes bibliográficas. Alguns não dispunham de plantas de localização pelo que surgem na cartografia com uma geometria circular, indicativa da localização provável da antiga zona de extração.

Nalgumas zonas da cidade, principalmente na parte ocidental, muitas das frentes de extração ainda se encontram visíveis na paisagem. Algumas foram classificadas e musealizadas, sobretudo as que apresentavam estruturas adjacentes associadas à arqueologia industrial, como por exemplo fornos de cal.

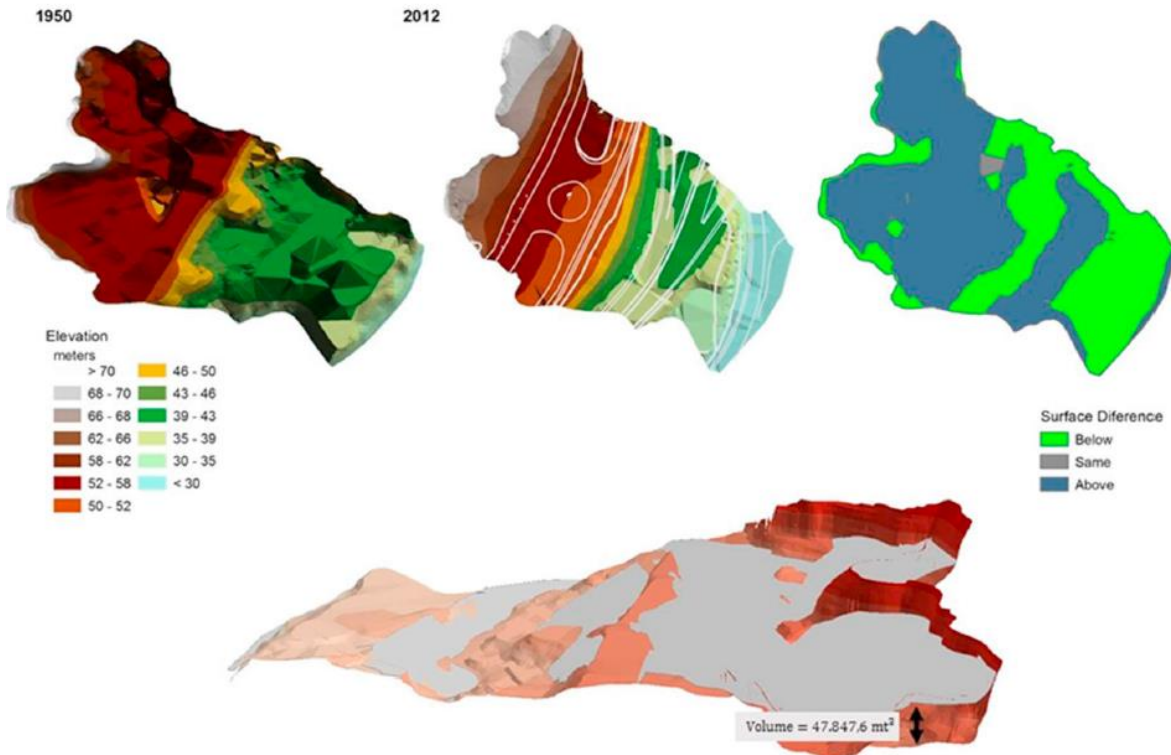
Nas zonas urbanizadas mais consolidadas, o mais comum são os locais que anteriormente constituíram antigas explorações se encontrarem recobertos pela ocupação urbana, quer edifícios, quer a rede viária. Campanhas de prospeção realizadas na cidade já permitiram identificar locais que apresentam uma espessura de aterros muito superior à da zona envolvente, constituindo por isso zonas de anomalia geotécnica.

Esta situação pode ser condicionante em zonas de expansão urbana, pois as frentes de exploração que foram colmatadas com materiais de natureza diversa para modelação do terreno e, que não se encontram identificadas, se não forem detetadas numa fase inicial dum projeto, podem implicar uma alteração da solução construtiva, resultando num incremento de custos associado.

Face ao exposto, considera-se premente efetuar a delimitação geométrica e a determinação do volume de enchimento desses locais.

Na maioria das zonas, esta situação tem sido sanada com recurso aos dados disponíveis na plataforma GeoSIG, contudo nos locais onde essa informação não se encontra disponível, como por exemplo na zona ocidental da cidade, essa determinação tem sido efetuada através

da comparação de modelos digitais de terrenos de diversas épocas. Estes métodos têm permitido refinar a localização de algumas dessas antigas explorações e determinar os volumes de enchimento – Figura 8.01 (Cunha *et al.*, 2017).



**Figura 8.01.** Modelos 3D de uma pedreira sita na Av. Ceuta, em 1950 e em 2012, de que resulta a diferença entre as superfícies; a imagem avalia o volume de enchimento da antiga extração (Adaptado de Cunha *et al.*, 2017)

A Figura 8.01 ilustra um exemplo do processo indicado. Os modelos digitais de terreno de 1950 e 2012 foram comparados, tendo resultado uma superfície que apresenta zonas onde a altimetria é idêntica, outras em que é superior e ainda situações em que é inferior.

De um modo geral, as zonas de enchimento corresponderão às zonas onde os valores da cota altimétrica são superiores aos de 1950, situação contrária às zonas em que a cota altimétrica é inferior a 1950, e que representam as zonas de escavação.

O modelo permitiu ainda determinar o volume de materiais de enchimento da antiga pedreira.

O mesmo procedimento foi adotado noutras zonas da cidade, no âmbito de estágios de valorização profissional realizados na CML e cuja tutoria foi assegurada pela autora.

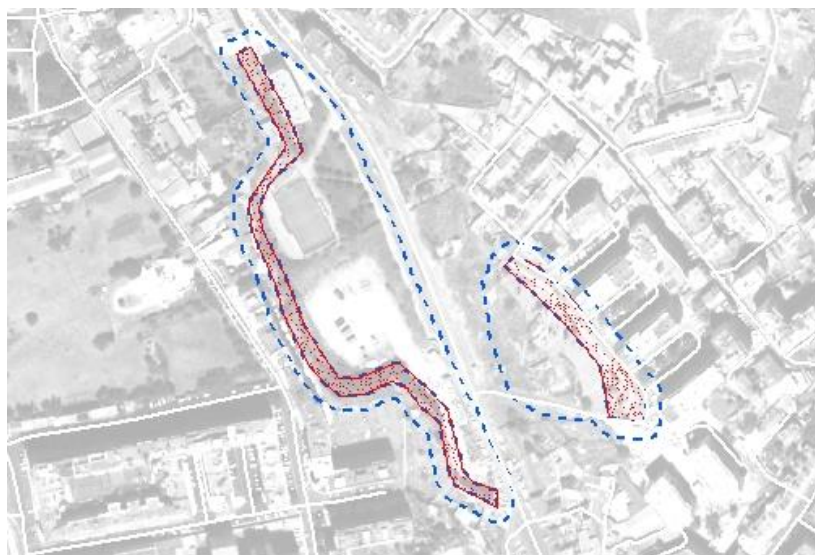
▪ **Geomonumentos de Lisboa**

É ainda possível observar alguns afloramentos em Lisboa, que materializam diversas formações geológicas, datadas do Cretácico ao Holocénico. Essa diversidade litostratigráfica associada aos paleoambientes que lhes deram origem leva a que área do concelho apresente um elevado potencial do ponto de vista da preservação e divulgação do património geológico.

O Projeto “*Geomonumentos de Lisboa*” teve início em 1998, através de um Protocolo celebrado entre a CML e o Museu Nacional de História Natural tendo sido classificados oito locais no concelho de Lisboa (Galopim de Carvalho, 1989; 1998; 1999; 2000; 2011).

O Projeto foi retomado em 2009, tendo por base num trabalho de levantamento de afloramentos geológicos, realizado no âmbito de um estágio desenvolvido na FCUL, que permitiu somar mais nove locais aos oito afloramentos iniciais, perfazendo na totalidade 17 geomonumentos que compõem a rede de exomuseus da cidade de Lisboa (Pinto *et al.*, 2011).

À tarefa de inventariação e classificação dos locais, seguiu-se uma proposta da CML para aprovação do Projeto “*Geomonumentos de Lisboa*”. Em 2012, os Geomonumentos foram incluídos na “Planta de Qualificação do Espaço Urbano” do atual PDM - Figura 8.02.



**Figura 8.02.** Excerto da planta de qualificação do espaço urbano – PDM de Lisboa  
A vermelho encontram-se delimitados os Geomonumentos do Rio Seco e, a azul, os respetivos limites de proteção  
(Fonte: PDM)

A integração deste património no PDM levou à criação de regras, a nível do Regulamento do PDM, visando a sua preservação e valorização.

Alguns destes locais foram alvo de projetos de arranjos exteriores e posteriormente requalificados, sendo atualmente parques urbanos, como por exemplo os Geomonumentos do Parque da Pedra e do Rio Seco - Figura 8.03.



**Figura 8.03.** Parque urbano do Rio Seco, Lisboa  
(Imagem: José Vicente)

No âmbito das estratégias de valorização, divulgação e promoção deste património, a CML desenvolveu algumas ações, nomeadamente a publicação do Guia dos Parques, Jardins e Geomonumentos de Lisboa (CML, 2009), cujo conteúdo relativo aos Geomonumentos foi desenvolvido pela autora.

Destaca-se ainda o projeto de sinalética desenvolvido com o apoio da Fundação Millennium BCP que culminou no grafismo apresentado na Figura 8.04 (Pinto *et al.*, 2010; 2015; 2019).

Usando as plataformas web disponíveis na CML, foram desenvolvidos mapas e percursos temáticos onde, através duma interação com o mapa, é possível obter informação sobre cada um dos locais. Os percursos incluem a localização das principais paragens de autocarro e estações de metropolitano assim como, os troços que podem ser efetuados a pé. Isto permite aos interessados efetuarem os percursos de forma autónoma.

Em 2015, o Projeto “Geomonumentos de Lisboa – Conservação do Património Geológico em contexto urbano”, concorreu ao Prémio Geoconservação 2015, tendo conquistado o 1º lugar.



**Figura 8.04.** Totem - Geomonumento do Rio Seco, Lisboa  
(Imagem: José Vicente)

Até à data têm sido desenvolvidas ações de divulgação a pedido de algumas escolas, assim como, ações integradas em eventos realizados pela CML - Figura 8.05.



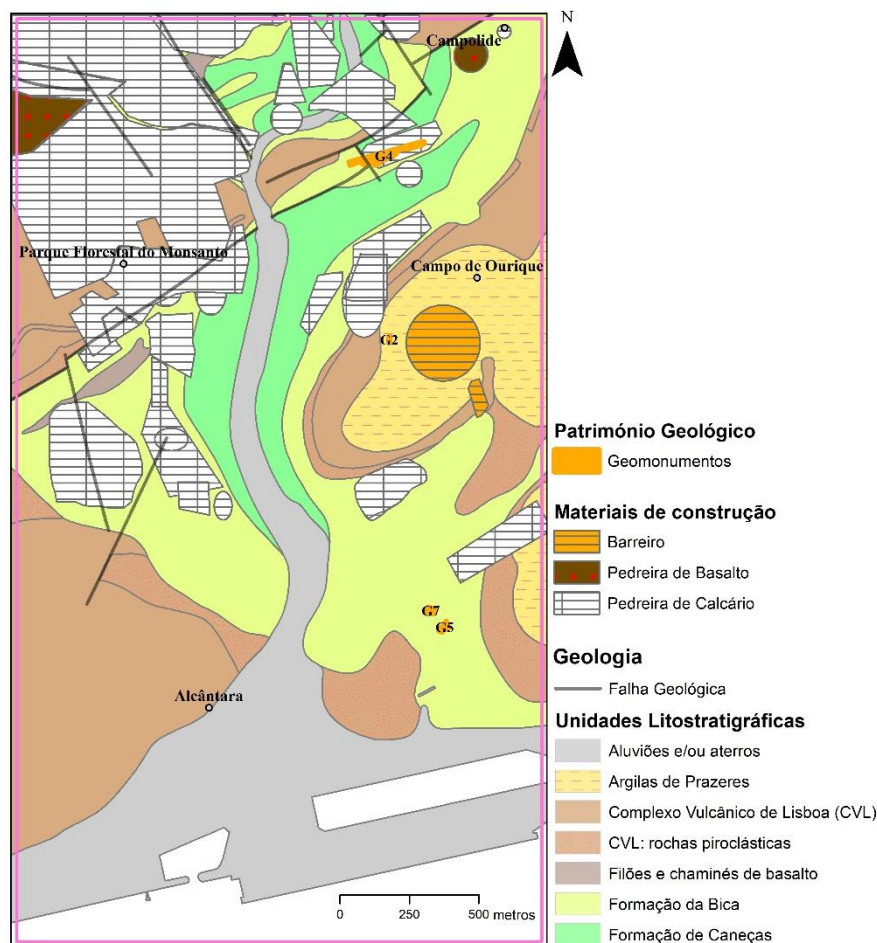
**Figura 8.05.** Ação de divulgação – Parque da Pedra, Lisboa  
(Imagem: Pedro Leonardo)

Dado o valor destes afloramentos em contexto urbano, uma descrição dos locais classificados é, como exemplo, passível de consulta no Anexo VII.



▪ **Litologia e estrutura**

Do ponto de vista litostratigráfico na AP1 – Alcântara e Campo de Ourique ocorrem, da base para o topo, formações carbonatadas cretácicas, formações vulcânicas, a formação argilosa da base do Miocénico de Lisboa e depósitos de cobertura (aluviões das linhas de água subsidiárias, aluviões do Tejo e aterros) - Figura 8.06. As formações cretácicas e neocretácicas são afetadas por um conjunto de falhas e dobramentos já igualmente descritos no Capítulo 3. Não há evidências de atividade recente nestes acidentes tectónicos.

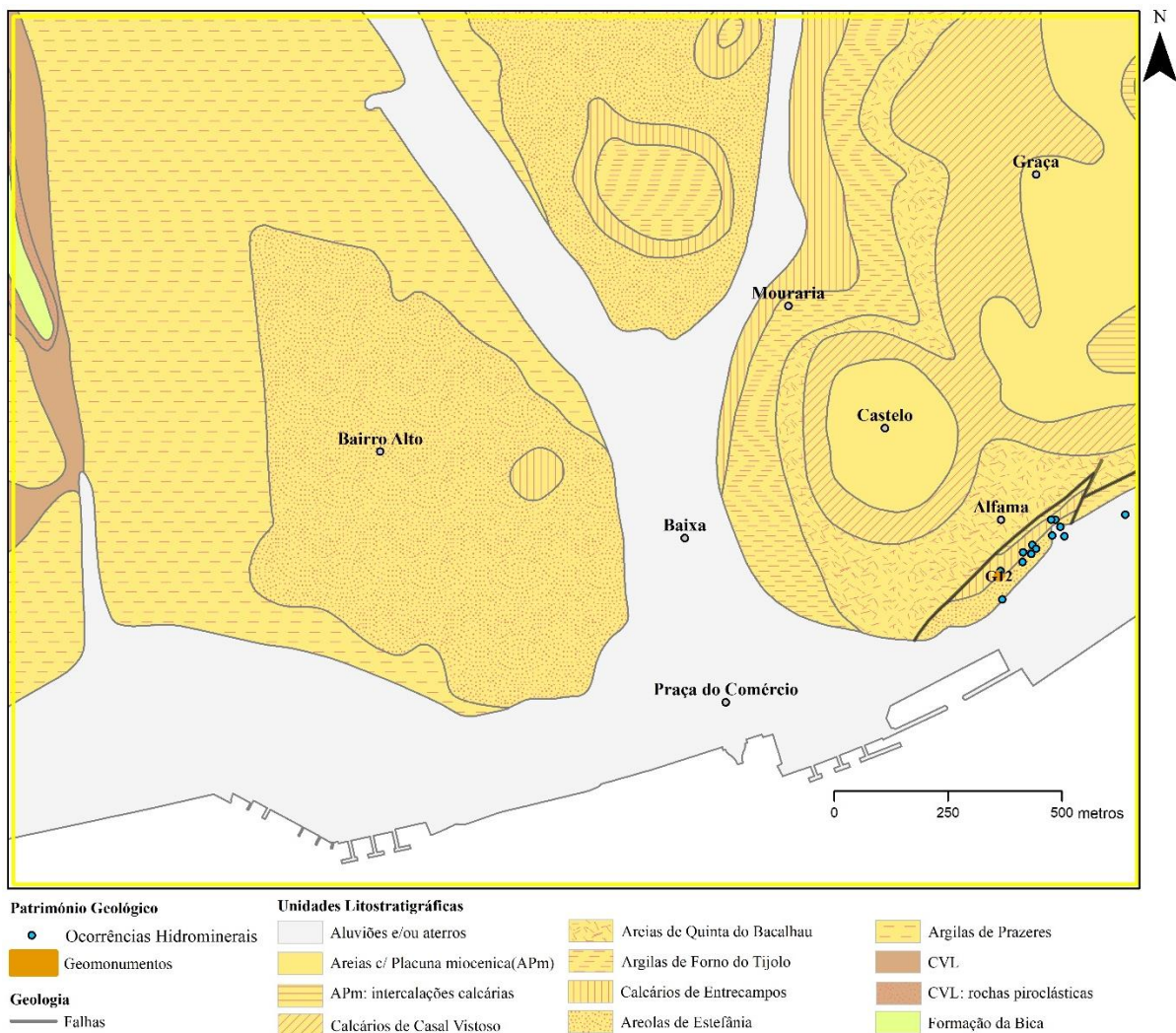


**Figura 8.06.** Carta de fatores: Litologia, estrutura, extração de materiais de construção e património geológico – AP1  
(Fonte: Pinto, 2005; Pais *et al.*, 2006; Pinto *et al.*, 2011; Servidor de dados da CML)

Esta área piloto é marcada pela presença de antigos pontos de extração de recursos minerais, nomeadamente pedreiras de calcário e basalto, situadas na zona do Parque Florestal do Monsanto, Alvito e Campolide, e barreiros localizados na zona de Campo de Ourique. Verifica-se ainda a presença de quatro afloramentos geológicos que se encontram incluídos na rede de Geomonumentos de Lisboa, designadamente os Geomonumentos da Av. Infante Santo (G5 e G7), Av. Duarte Pacheco (G4) e da Rua Sampaio Bruno (G2).

Na AP2 – Centro Histórico ocorrem, da base para o topo, formações do miocénico inferior a médio recobertas por materiais de cobertura (aluviões das linhas de água subsidiárias, aluviões do Tejo e aterros). No extremo W da área de estudo, verifica-se a presença das formações cretácicas e neocretácicas, contudo a sua extensão na área de estudo é muito limitada - Figura 8.07.

Identifica-se ainda a ocorrência de um conjunto de falhas geológicas que são responsáveis pelas nascentes hidrominerais de Alfama.



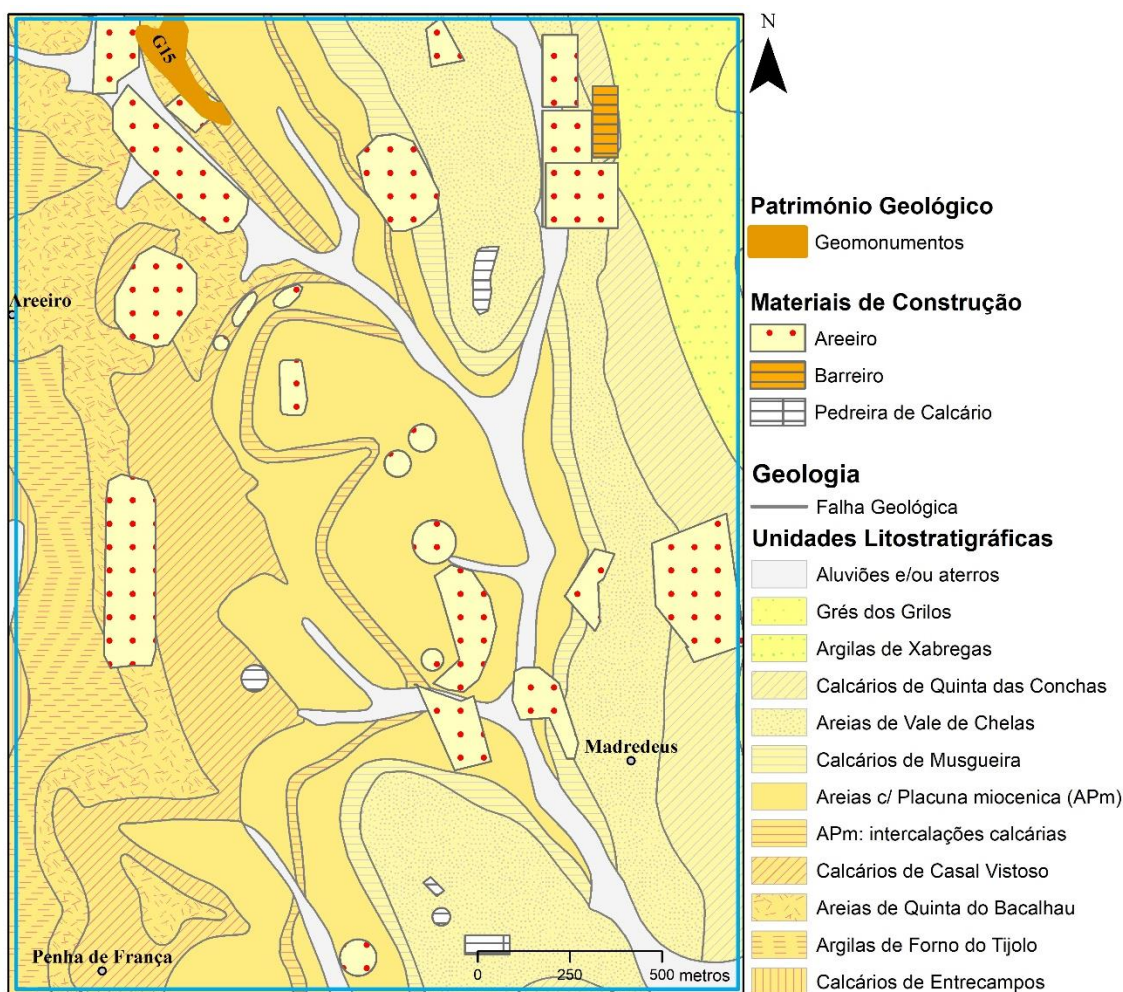
**Figura 8.07.** Carta de fatores: Litologia, estrutura, extração de materiais de construção e património geológico – AP2 (Fonte: Pais *et al.*, 2006; Pinto *et al.*, 2011; Servidor de dados da CML)

Nesta zona piloto não existem registos de explorações de recursos minerais, no entanto, no início da ocupação da cidade poderão ter existido, com dimensões relativamente reduzidas. À data das concessões para extração, já a zona se encontrava fortemente urbanizada. Na área de estudo é de registar a presença do Geomonumento da Rua da Judiaria (G12), representando um dos raros afloramentos na zona histórica.

A AP3 – Chelas e Areeiro é a zona piloto menos urbanizada de todos os pilotos em análise, pelo que apresenta maior potencial de expansão e maior abertura na definição de medidas a nível do planeamento, ordenamento e medidas mitigadoras dos riscos naturais que a afetam.

No que se refere às características litostratigráficas ocorrem, da base para o topo, as formações miocénicas identificadas na legenda da Figura 8.08, algumas comuns à área piloto 2, recobertas por materiais recentes (aluviões das linhas de água subsidiárias e aterros).

Esta área não apresenta acidentes tectónicos cartografados.

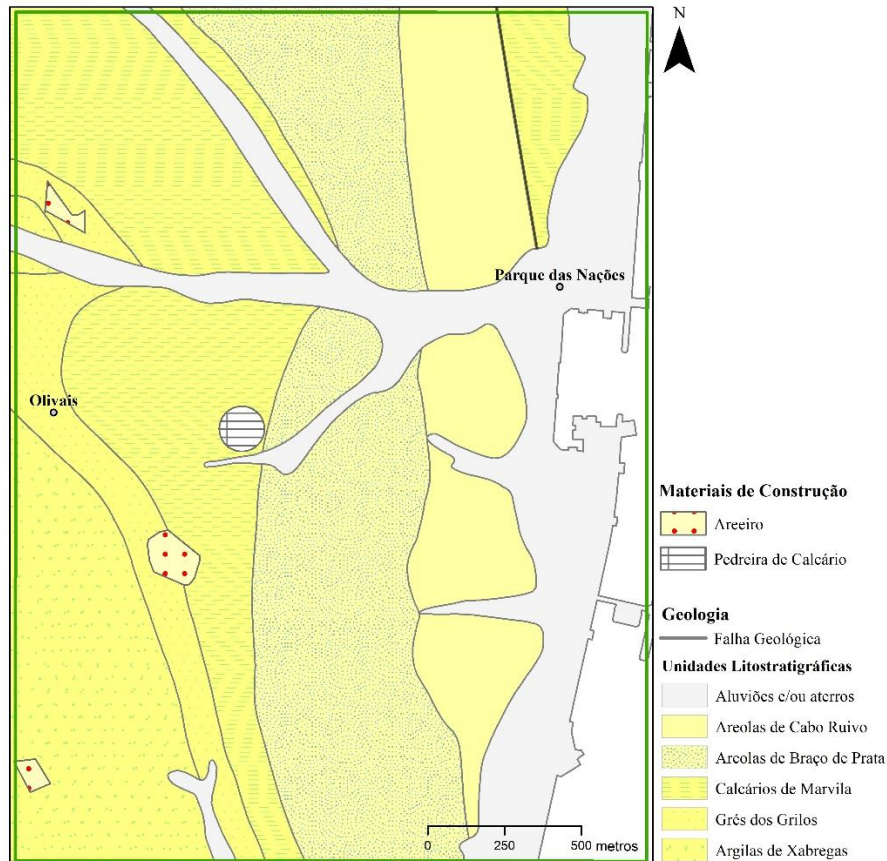


**Figura 8.08.** Carta de fatores: Litologia, estrutura, extração de materiais de construção e património geológico – AP3  
(Fonte: Pinto, 2005; Pais *et al.*, 2006; Pinto *et al.*, 2011; Servidor de dados da CML)

À semelhança da AP1 foram diversas as extrações de materiais de construção registadas nesta zona, sendo de destacar a predominância de areiros e ocorrências pontuais de barreiros e pedreiras de calcário. Na área em estudo regista-se a presença do Geomonumento do Parque da Bela Vista (G15).

Na AP4 – Parque das Nações e Olivais existem, da base para o topo, formações do miocénico superior, cobertas por depósitos recentes (aluviões das linhas de água subsidiárias, aluviões do Tejo e aterros).

Verifica-se a existência de uma falha no topo E da área – Figura 8.09, acidente cuja cartografia resultou da interpretação de sondagens existentes na zona (Almeida *et al.*, 2007b).



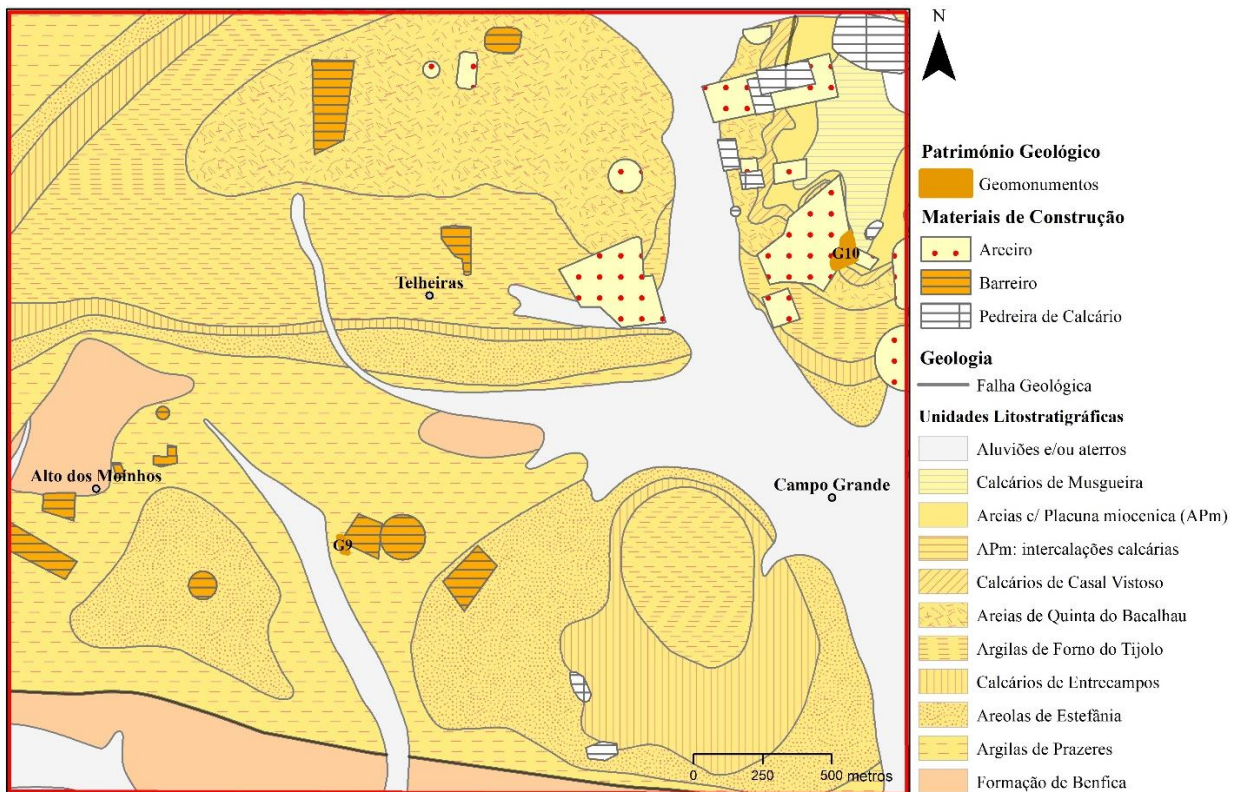
**Figura 8.09.** Carta de fatores: Litologia, estrutura, extração de materiais de construção e património geológico – AP4 (Fonte: Pinto, 2005; Pais *et al.*, 2006; Servidor de dados da CML)

Ainda que de forma pontual, ocorrem antigas explorações de recursos naturais, nomeadamente areiros e uma pedreira de calcário. Nesta área não se encontram afloramentos classificados como Geomonumentos.

Esta zona sofreu profundas alterações nos últimos 20 anos, passando de área com um cariz industrial predominante para uma área de características urbanas. As fases de reconversão e subsequente expansão resultaram num significativo volume de aterros realizados para modelação urbana, o que torna a área muito particular do ponto de vista geotécnico, pois os depósitos de natureza antrópica apresentam elevada expressão.

A AP5 – Telheiras e Campo Grande é constituída, da base para o topo, pela formação do Complexo de Benfica e formações do Miocénico Inferior e Médio, identificadas na legenda da Figura 8.10, recobertas por materiais mais recentes (aluviões das linhas de água subsidiárias e aterros).

Esta área apresenta uma falha (Figura 8.10), que põe em contacto as formações oligocénicas e a base do miocénico. Não se verificam evidências de que a mesma se encontre ativa (Figura 8.10).

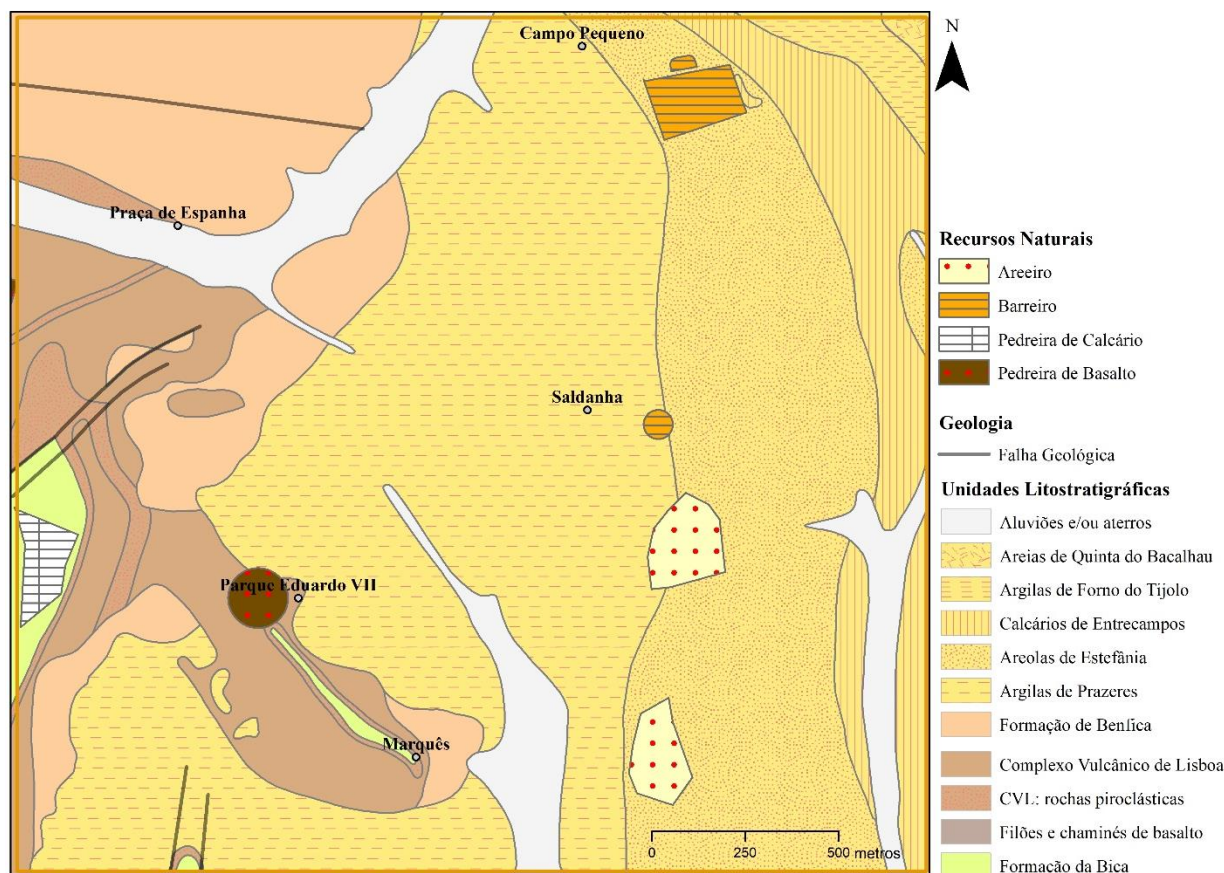


**Figura 8.10.** Carta de fatores: Litologia, estrutura, extração de materiais de construção e património geológico – AP5  
(Fonte: Pinto, 2005; Pais *et al.*, 2006; Pinto *et al.*, 2011; Servidor de dados da CML)

Diversas explorações de recursos naturais encontram-se registadas nesta zona sendo de destacar a presença de areiros, barreiros e pedreiras de calcário. Definiram-se nesta área os Geomonumentos da Quinta do Lambert (G10) e da Rua Virgílio Correia (G9).

Na AP6 – Avenidas Novas ocorrem, da base para o topo, formações cretácicas e neocretácicas, formações oligocénicas e formações do miocénico inferior, recobertas por materiais de cobertura (aluviões das linhas de água subsidiárias e aterros).

Verifica-se a existência de falhas na zona E da área – Figura 8.11, acidentes já identificados anteriormente.



**Figura 8.11.** Carta de fatores: Litologia, estrutura, extração de materiais de construção e património geológico – AP6 (Fonte: Pinto, 2005; Pais *et al.*, 2006; Servidor de dados da CML)

Ainda que de forma pontual, ocorrem antigas explorações de recursos naturais, nomeadamente areeiros, barreiros e uma pedreira de calcário e basalto onde atualmente se localiza a Estufa Fria (Parque Eduardo VII de Inglaterra). Nesta área não se encontram afloramentos classificados como Geomonumentos, essencialmente por se tratar de uma zona densamente urbanizada.

### 8.1.2. Geomorfologia

A descrição dos aspetos geomorfológicos genéricos na área afeta ao concelho de Lisboa foi efetuada no decurso do Capítulo 3. Nesta seção apresentam-se as cartas de declives para as áreas em estudo, para posterior integração e produção do elemento síntese final.

O processo teve início na geração de um TIN, cuja base foi a informação altimétrica disponível na CML. Seguiu-se a sua conversão para o formato matricial.

O MDT resultante foi tratado de forma a eliminar as depressões existentes e que poderiam indicar, de forma errónea, a existência de pontos de acumulação (Almeida, 2015). A partir do MDT corrigido, gerou-se a carta de declives.

Uma vez que era necessário replicar o procedimento para todas as áreas piloto, desenvolveu-se um modelo de geoprocessamento automático através da ferramenta *Model Builder*, cujo fluxograma se apresenta na Figura 8.12.

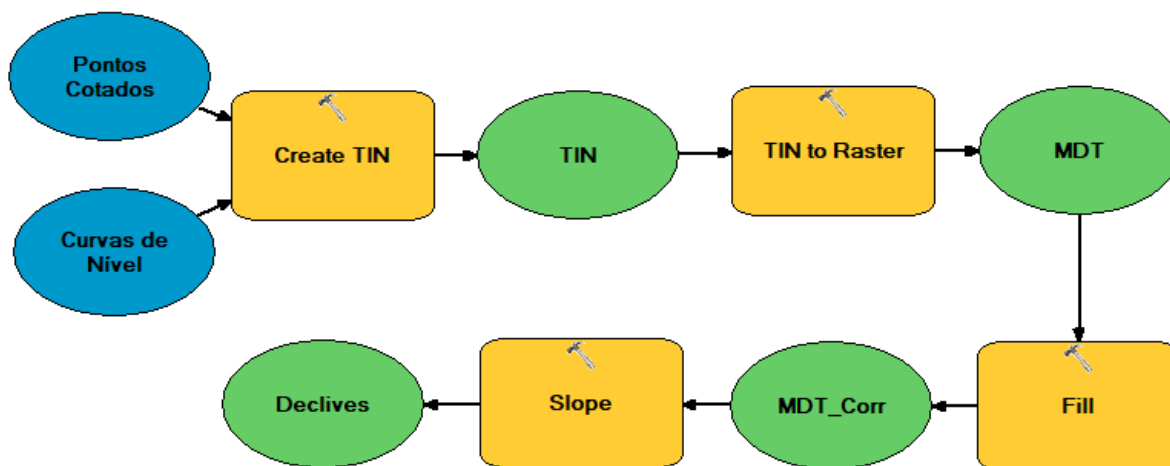


Figura 8.12. Modelo de geoprocessamento automático para a geração da Carta de declives

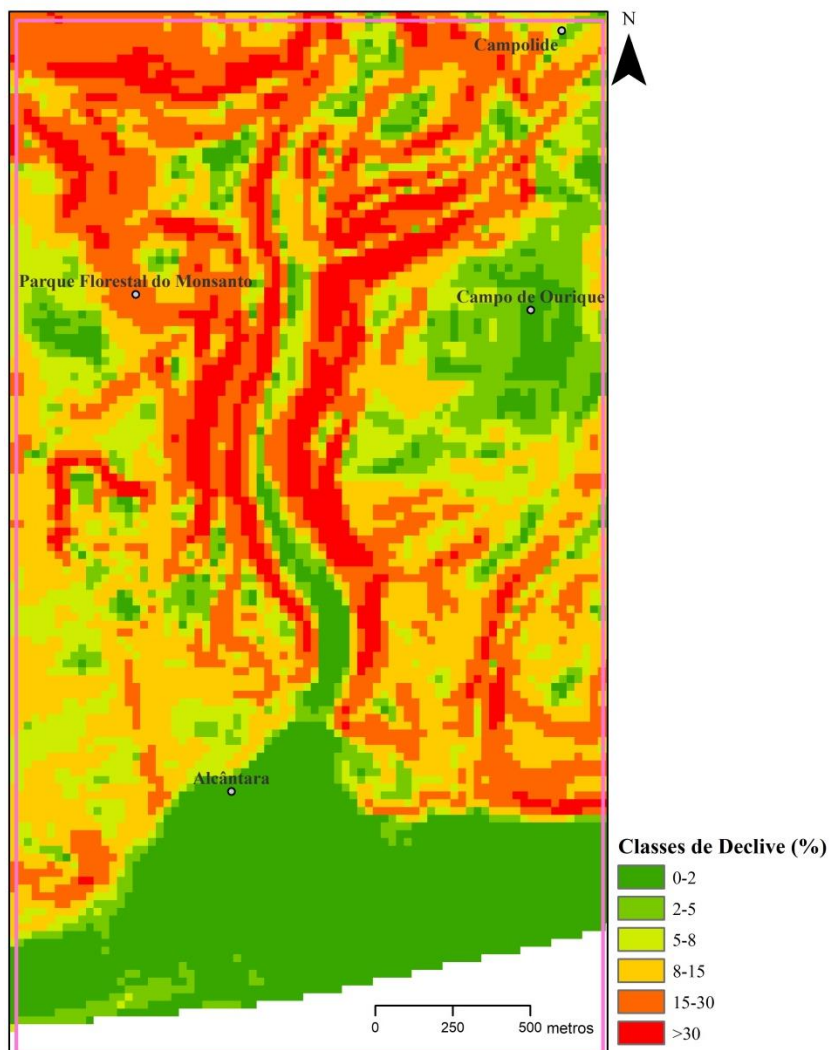
Quadro 8.01. Classes de declive adotadas

Classe	Declive (%)
I	< 2
II	2-5
III	5-8
IV	8-15
V	15-30
VI	> 30

As classes de declives selecionadas visaram a delimitação dos principais intervalos de uso e aptidão do solo considerados não só no âmbito de estudos de apoio ao planeamento, mas também as utilizadas nas metodologias de gestão de riscos naturais. Embora com pequenas alterações, estes intervalos tiveram por base os trabalhos de Coelho (1980), Almeida (1991), Silva (2000), Cavaleiro (2001), Silva e Rodrigues-Carvalho (2006), Cavaleiro *et al.* (2006), Pinho (2010) e Silva (2015).

Nas Figuras 8.13 a 8.18 apresentam-se as cartas de declives para as áreas piloto.

Na AP1 (Figura 8.13.), as classes de declive predominantes são as classes 8-15% e 15-30%, com uma percentagem de 26,4 e 22,8%, respetivamente.

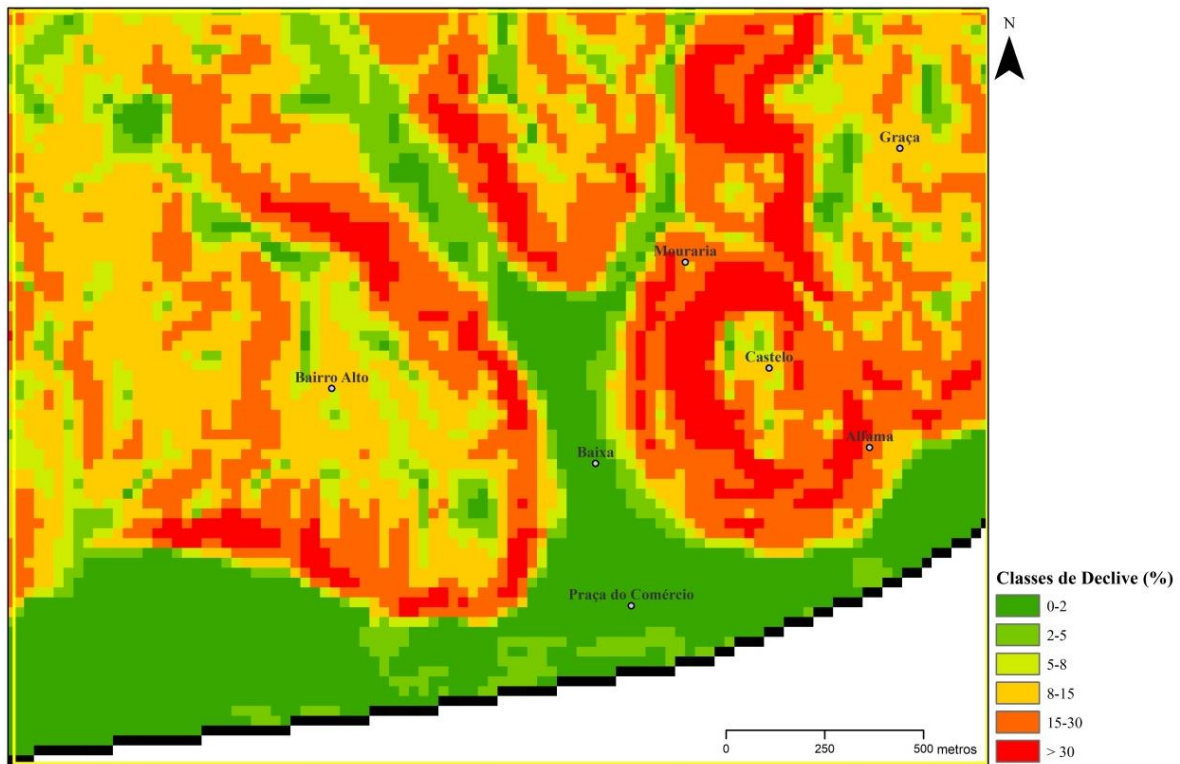


**Figura 8.13.** Carta de fatores: Declives – AP1  
(Fonte: Servidor de dados da CML)

Estas zonas declivosas encontram-se associadas ao Vale de Alcântara, aos relevos rochosos do Parque Florestal do Monsanto e à Av. Infante Santo.

A classe 0-2% representa 18,4% da área total de estudo, resultado da grande área ocupada pela foz da Ribeira de Alcântara, que constitui uma baixa aluvionar importante.





**Figura 8.14.** Carta de fatores: Declives – AP2  
(Fonte: Servidor de dados da CML)

Na AP2 (Figura 8.14), predominam as mesmas classes de declive que na AP1 (8-15% e 15-30%), com percentagem de 27,8 e 25,8%, respetivamente.

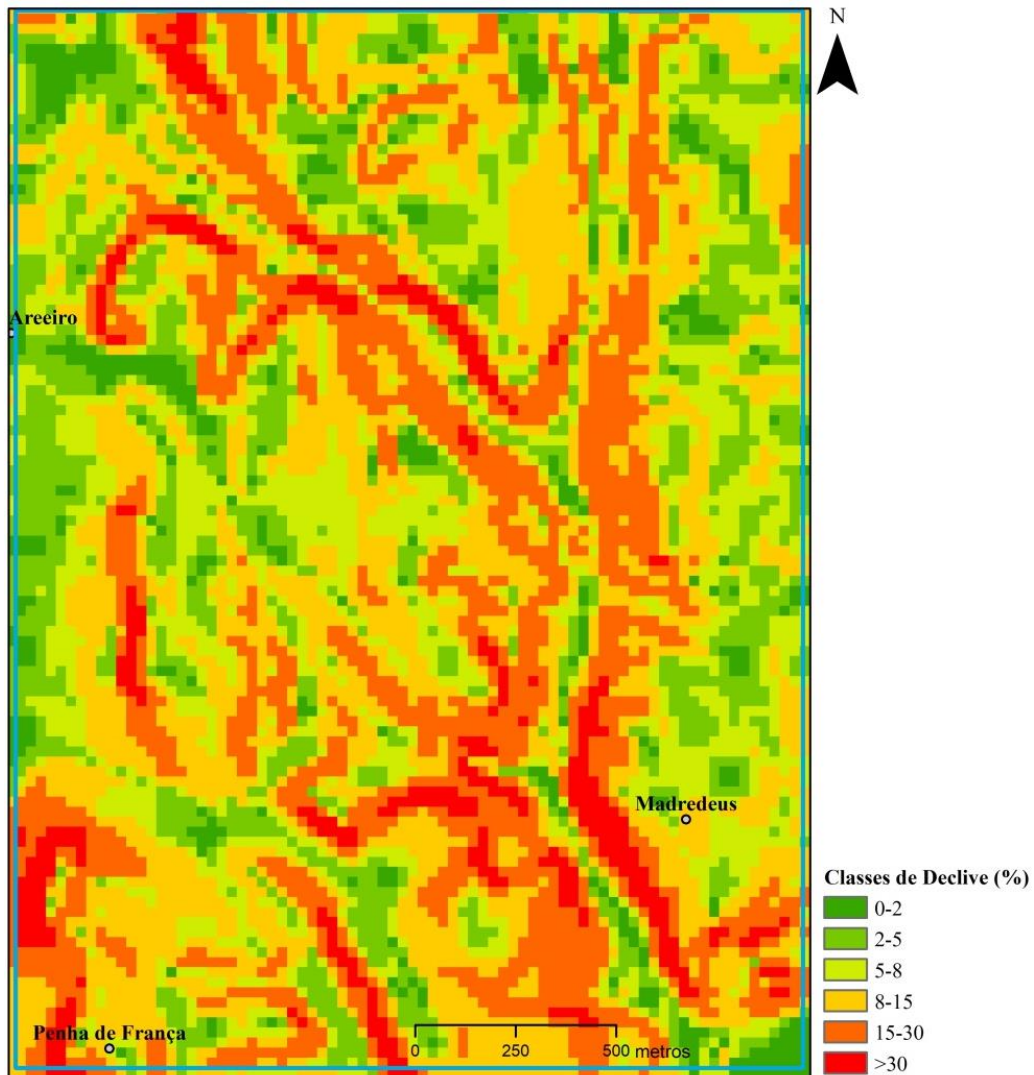
Estes declives materializam os relevos do tipo “*costeira*” verificados na vertente E da colina do Castelo-Mouraria-Graça, estrutural em monoclinal com alternância de resistência entre fácies.

A classe de declives 0-2% é a classe seguinte com maior valor percentual (18,2%), reflexo das zonas aplanadas correspondentes às antigas linhas de água que desembocavam no Esteiro e na própria Baixa Pombalina.

Na AP3 (Figura 8.15.), as classes de declive predominantes são as de 5-8% e 8-15%, com percentagens de 31,9 e 20,4%, respetivamente.

Estes declives materializam os vales adjacentes à Ribeira de Chelas e linhas de água subsidiárias.

A classe de declives 0-2% encontra-se representada em apenas 6,6% da área de estudo e materializa as linhas de água.

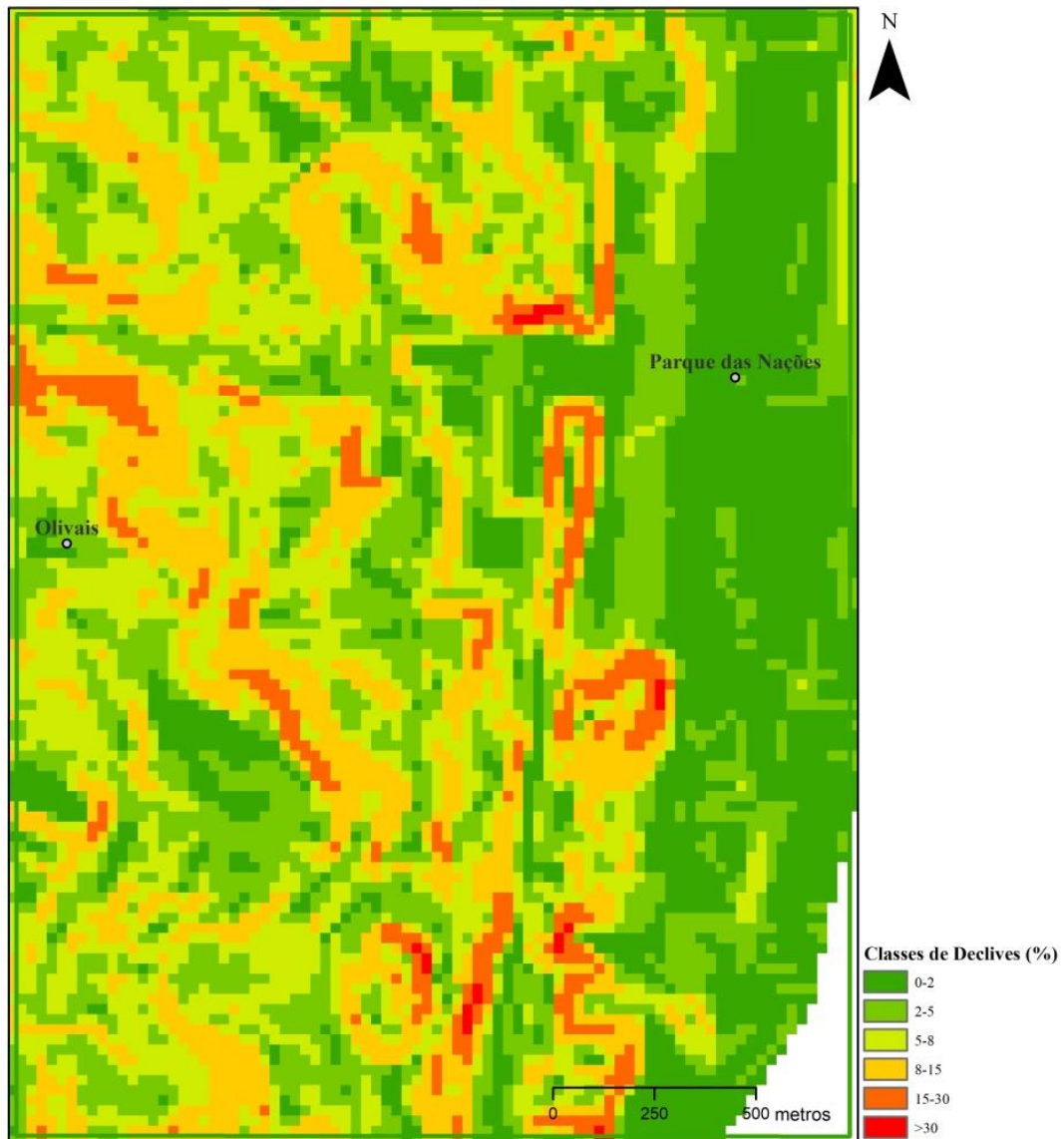


**Figura 8.15.** Carta de fatores: Declives – AP3  
(Fonte: Servidor de dados da CML)

As classes de declive predominantes na AP4 (Figura 8.16), são as de 2-5% e 5-8%, com percentagens de 28,3 e 24,4%, respetivamente.

Em comparação com as zonas anteriores, esta zona é em geral mais aplanada, com predomínio das classes de declive mais baixas.

Excetuam-se algumas zonas pontuais, representadas pelas bancadas calcareníticas das formações *Areolas de Braço de Prata* e *Calcários de Marvila*.



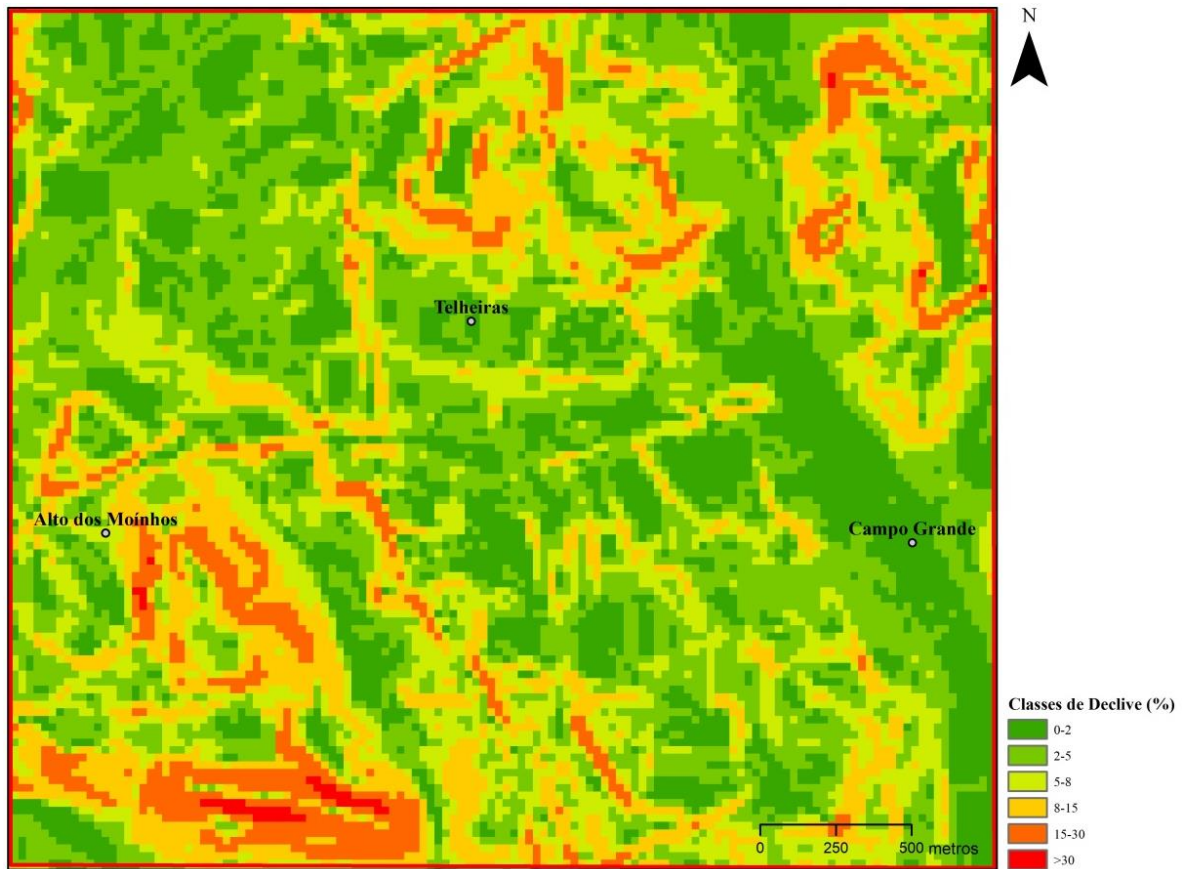
**Figura 8.16.** Carta de fatores: Declives – AP4  
(Fonte: Servidor de dados da CML)

Na AP5 (Figura 8.17), as classes de declive predominantes são as classes 0-2% e 2-5%, com uma percentagem de 21,9 e 35,1%, respetivamente.

Esta zona é em geral bastante aplanada.

Registam-se pontualmente declives mais acentuados, associados aos relevos da Formação de Benfica, que aflora a SW da zona. De referir que o contacto desta formação com as unidades miocénicas é estrutural.

Alguns declives mais elevados ocorrem na zona NW e correspondem às vertentes de uma antiga linha de água. Estes declives materializam zonas mais resistentes do maciço, intercaladas pela formação *Areias de Quinta do Bacalhau*.

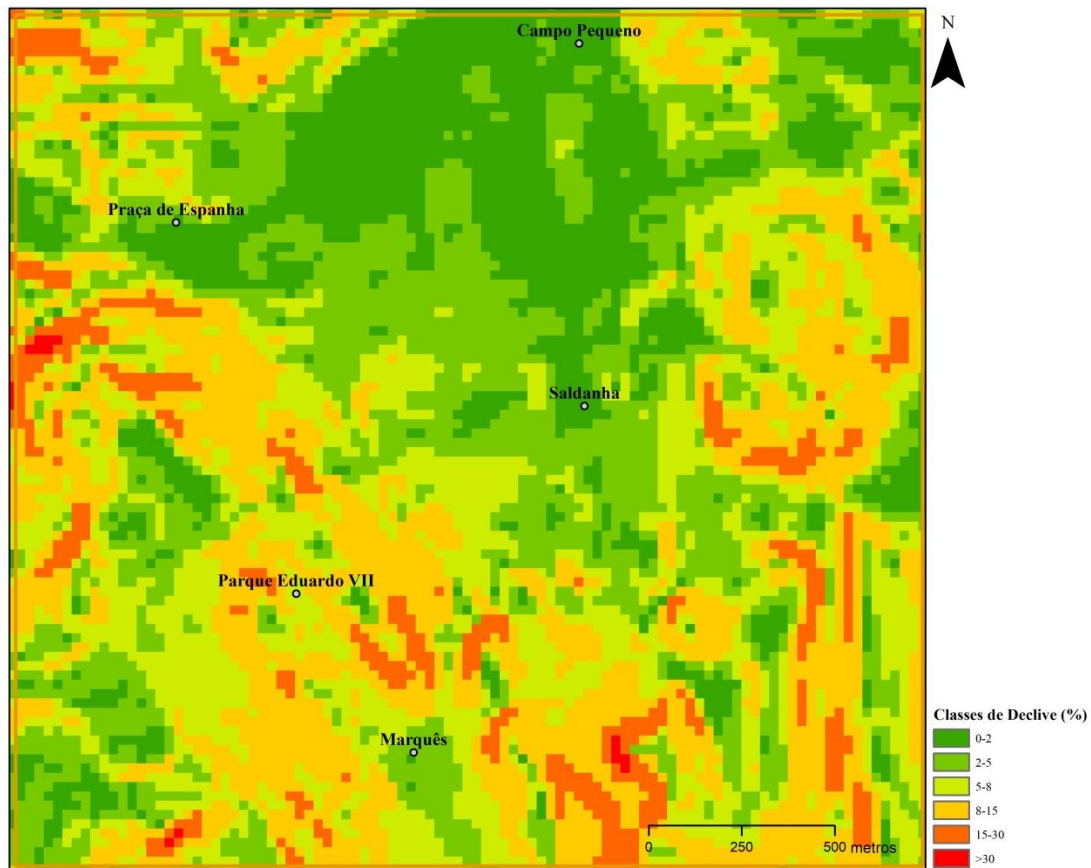


**Figura 8.17.** Carta de fatores: Declives – AP5  
(Fonte: Servidor de dados da CML)

As classes de declive predominantes na AP6 (Figura 8.18), são as classes 2-5% e 8-15%, com percentagens de 26,8 e 26,3%, respetivamente.

Esta zona apresenta predominância de declives pouco acentuados e declives moderados.

Os declives mais acentuados encontram-se associados às formações cretácicas aflorantes no extremo W da área, bem como a alguns relevos pontuais, na zona da Avenida da Liberdade e sua vertente E.



**Figura 8.18.** Carta de fatores: Declives – AP6  
(Fonte: Servidor de dados da CML)

Para efeitos de análise comparativa dos resultados, no Quadro 8.02 sintetiza-se a percentagem obtida para cada classe de declive, nas diversas áreas piloto.

**Quadro 8.02.** Percentagem das classes de declive por área piloto

Área Piloto	Classes (%)					
	0-2	2-5	5-8	8-15	15-30	> 30
AP1	18,4	11,0	13,8	26,4	22,8	7,7
AP2	18,2	9,5	11,3	27,9	25,8	7,3
AP3	6,6	16,8	20,4	32,0	20,1	4,2
AP4	2,3	28,3	24,4	20,0	4,6	0,3
AP5	21,9	35,2	20,6	16,4	5,6	0,3
AP6	16,6	26,9	23,3	26,3	6,6	0,3

### **8.1.3. Hidrologia / Hidrogeologia**

A gestão hídrica tem assumido um papel central a nível mundial face ao crescimento populacional, aumento do consumo e às alterações climáticas e consequentes fenómenos extremos que se avizinham, entre os quais secas e inundações.

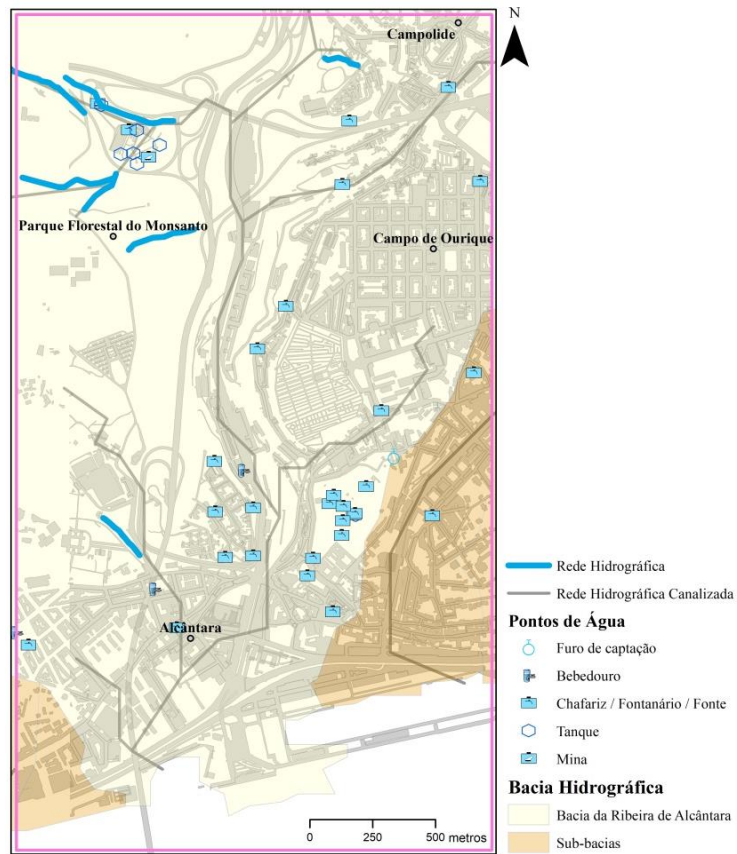
Em contexto urbano, esta gestão assume particular importância, pois o ciclo da água não depende apenas das características fisiográficas e climáticas da bacia hidrográfica, sofrendo alterações significativas decorrentes da urbanização e demais fatores antrópicos, entre os quais a ocupação do solo em geral, das áreas inundáveis em particular e da interação da água com os sistemas de drenagem (Afonso *et al.*, 2006; Sánchez-Vila, 2009, Carneiro e Carvalho, 2009; Lima *et al.*, 2010; Vásquez-Suñe *et al.*, 2020).

A construção de edifícios, estradas, vias, pavimentos e a remoção da vegetação, têm como consequência a diminuição do potencial de infiltração e de retenção, condicionando a recarga de aquíferos e promovendo o aumento dos caudais de cheias e da escorrência superficial (Sánchez-Vila, 2009; Lima, 2010; Mendonça, 2016). A impermeabilização de grandes superfícies de terreno causa ainda alterações nos níveis piezométricos, no escoamento e na qualidade da água, efeito que se faz sentir nas zonas urbanas mais antigas, como a AP2, AP5 e AP6, onde as zonas verdes são já muito limitadas (Mendonça, 2016).

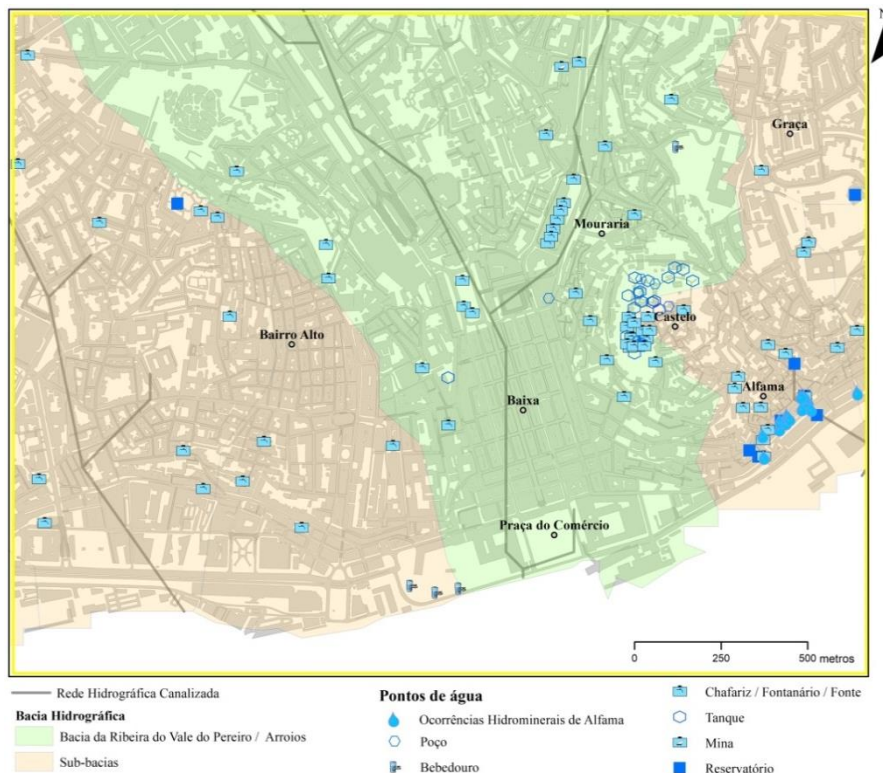
Neste sentido, torna-se prioritário a gestão da água, não do ponto de vista da sua quantidade, pois essa matéria será do âmbito da conceção e gestão de sistemas de drenagem (PGDL, 2015), mas na perspetiva do ordenamento (Afonso *et al.*, 2006), designadamente a quantificação das áreas disponíveis para este ciclo urbano da água e a definição de medidas visando a sua não ocupação futura (Afonso *et al.*, 2006; Vásquez-Suñe *et al.*, 2020).

Os fatores de âmbito hidrológico incluem a rede hidrográfica natural assim como, a direção dos fluxos de drenagem superficial. O inventário dos pontos de água existentes nas diversas áreas piloto, a posição do nível freático e os potenciais focos de contaminação de água subterrânea são fatores do domínio da hidrogeologia.

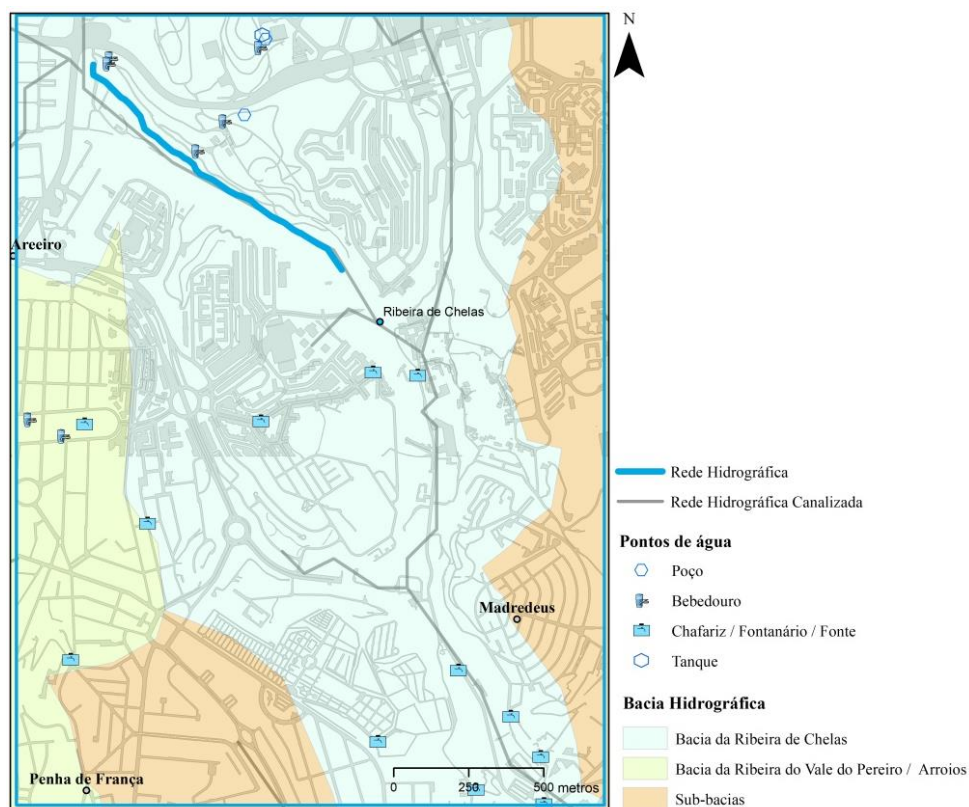
No Capítulo 7 apresentou-se o inventário dos pontos de águas, assim como a posição do nível freático. Nesta seção faz-se a sua representação espacial - Figuras 8.19 a 8.24, pois alguns destes elementos de água poderão ser condicionantes à ocupação futura, em zonas de reconversão ou expansão urbana, atendendo aos cenários de alterações climáticas previstos e acima descritos.



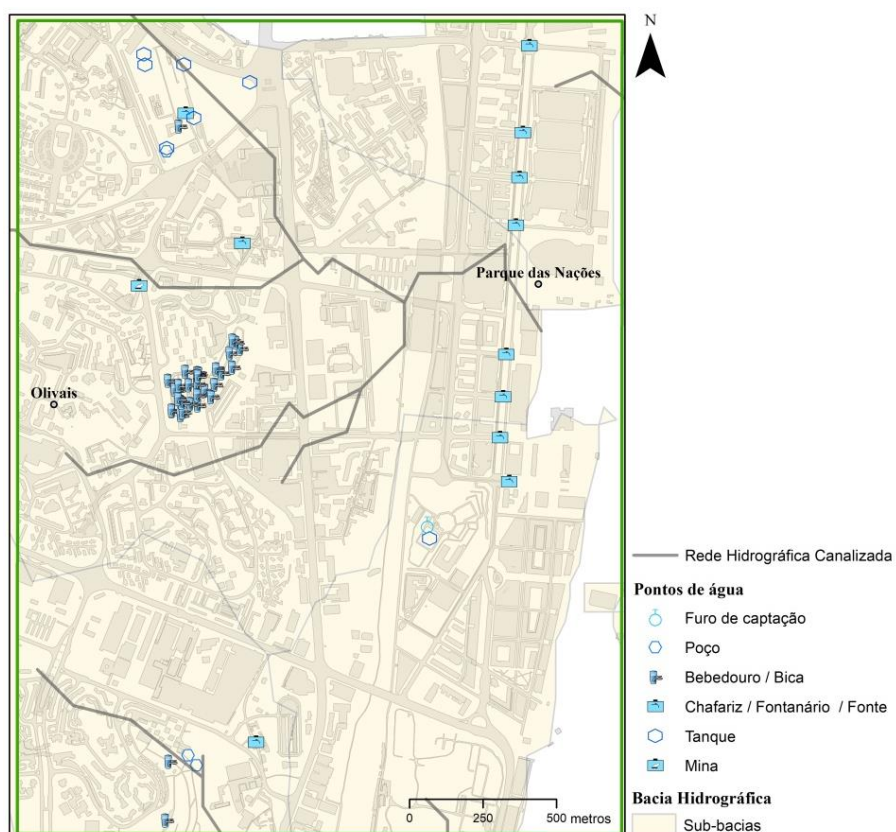
**Figura 8.19.** Carta de fatores: Bacias, rede hidrográfica e inventário de pontos de água – AP1 (Fonte: Pinto, 2003; Servidor de dados da CML)



**Figura 8.20.** Carta de fatores: Bacias, rede hidrográfica e inventário de pontos de água – AP2 (Fonte: Pinto, 2003; Servidor de dados da CML)

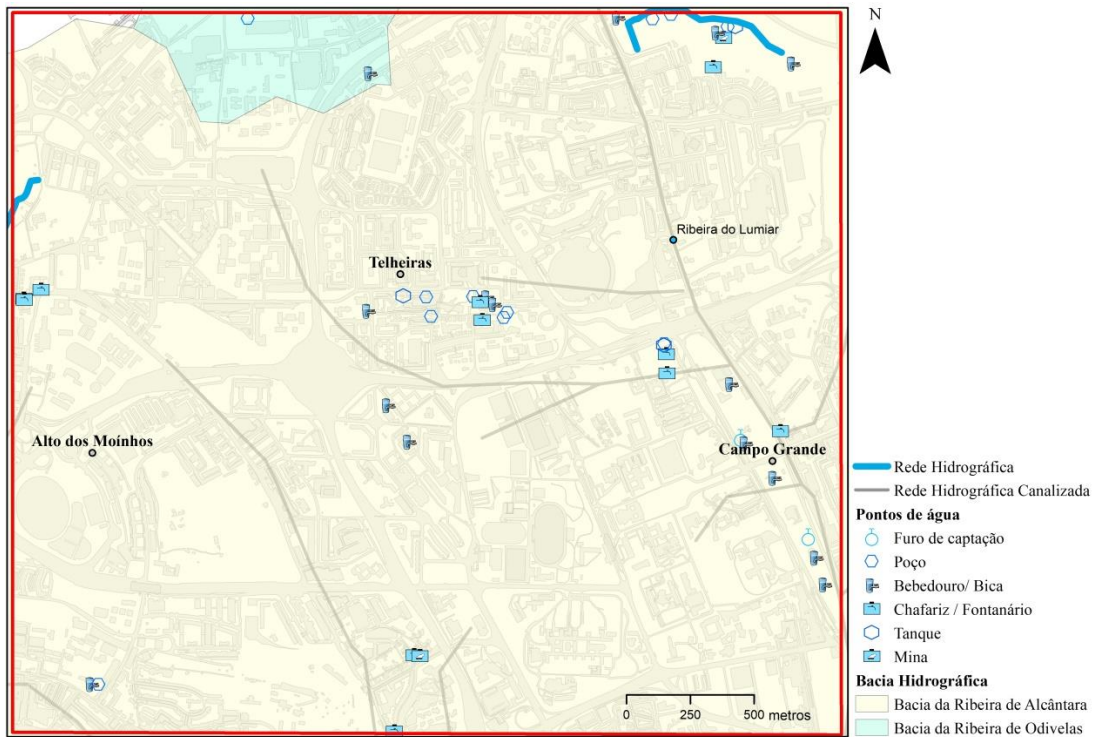


**Figura 8.21.** Carta de fatores: Bacias, rede hidrográfica e inventário de pontos de água – AP3 (Fonte: Pinto, 2003; Servidor de dados da CML)

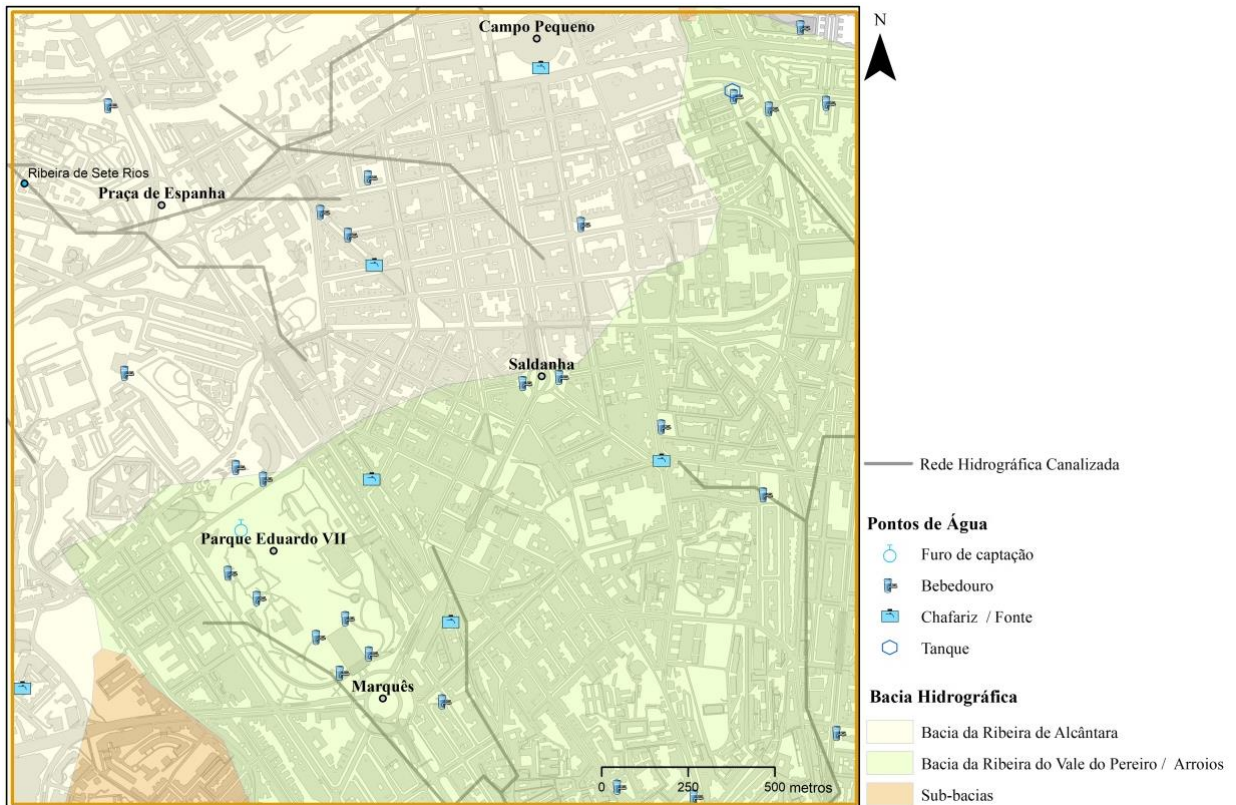


**Figura 8.22.** Carta de fatores: Bacias, rede hidrográfica e inventário de pontos de água – AP4 (Fonte: Pinto, 2003; Servidor de dados da CML)





**Figura 8.23.** Carta de fatores: Bacias, rede hidrográfica e inventário de pontos de água – AP5 (Fonte: Pinto, 2003; Servidor de dados da CML)



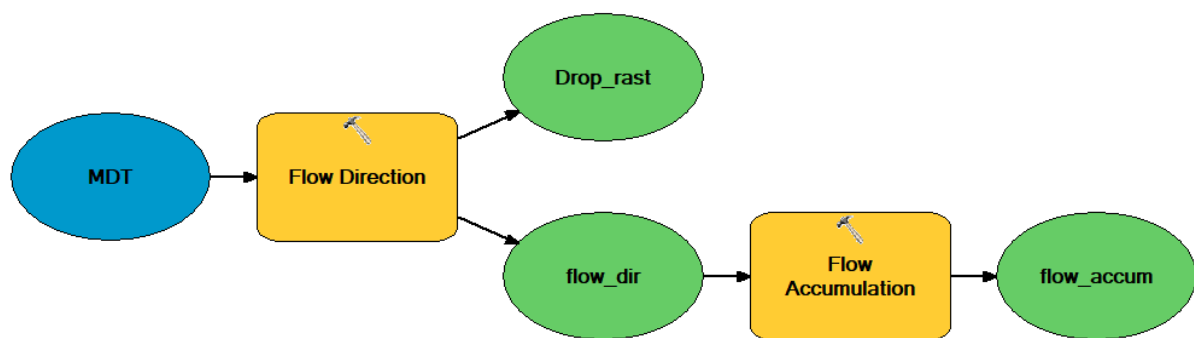
**Figura 8.24.** Carta de fatores: Bacias, rede hidrográfica e inventário de pontos de água – AP6 (Fonte: Pinto, 2003; Servidor de dados da CML)

De um modo geral, a maior parte das linhas de águas existentes na cidade de Lisboa encontram-se encanadas em resultado da forte expansão urbana. Para determinação das componentes da drenagem superficial desenvolveram-se análises em ambiente SIG, tendo por base o MDT corrigido. Estas análises permitiram obter considerações relativas às zonas de acumulação de água e direção dos fluxos, embora com todos os constrangimentos impostos pelo contexto urbano.

As zonas de acumulação de água assim como a cartografia das direções do fluxo de drenagem superficial foram obtidas a partir da execução de operações de análise espacial, usando para o efeito as ferramentas *Flow direction* e *Flow Accumulation*.

Uma vez mais e face à necessidade de reprodução das operações nas diversas áreas piloto foi gerado um novo modelo de geoprocessamento automático cujo fluxograma se apresenta na Figura 8.25.

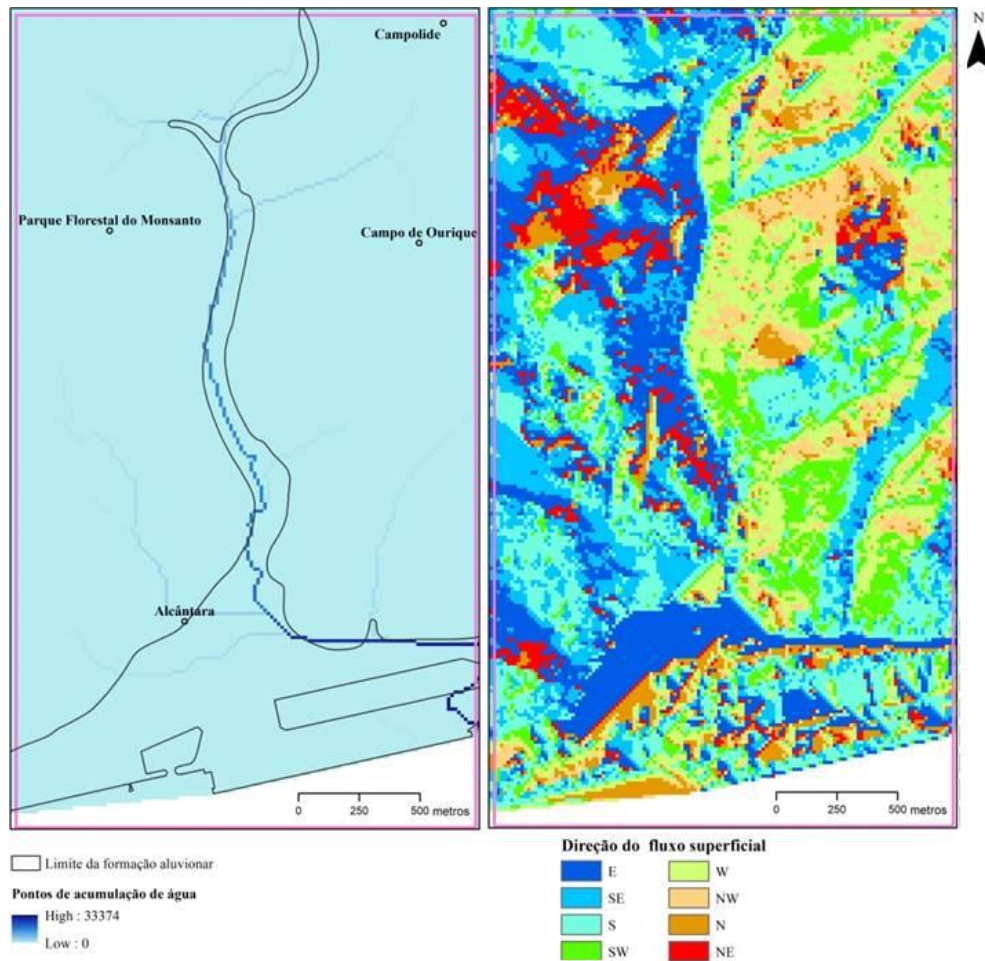
Os resultados apresentam-se nas Figuras 8.26 a 8.31.



**Figura 8.25.** Modelo de geoprocessamento automático para a geração das cartas de direção dos fluxos e pontos de acumulação de água

Relativamente à AP1 (Figura 8.26), na imagem da esquerda é possível observar que as zonas de acumulação de água resultantes do modelo apresentam uma elevada adequação ao limite da formação aluvionar.

A figura da direita salienta a pente morfológica das duas vertentes adjacentes à antiga Ribeira de Alcântara.



**Figura 8.26.** Carta de fatores: Pontos de acumulação de água (esquerda) e direção do fluxo superficial (direita) – AP1  
(Fonte: Servidor de dados da CML)

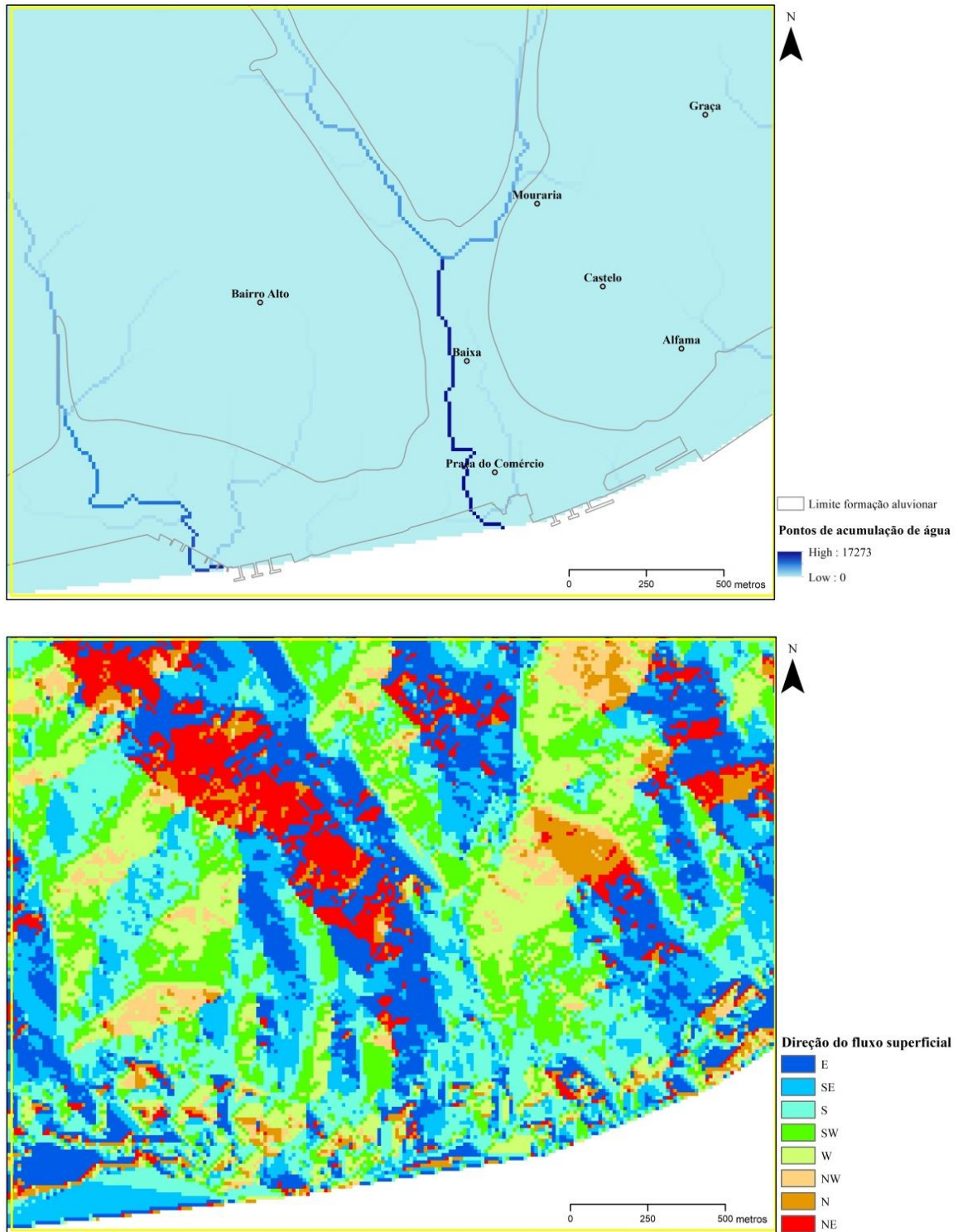
Na AP2 - Figura 8.27, verifica-se, uma vez mais, uma elevada adequação das zonas de acumulação de água com o limite das aluviões.

No que se refere ao modelo de direção do fluxo, constata-se que reflete as pendentes morfológicas dos relevos presentes, seguindo uma pendente generalizada para E, compatível com a pendente estrutural das formações miocénicas aflorantes.

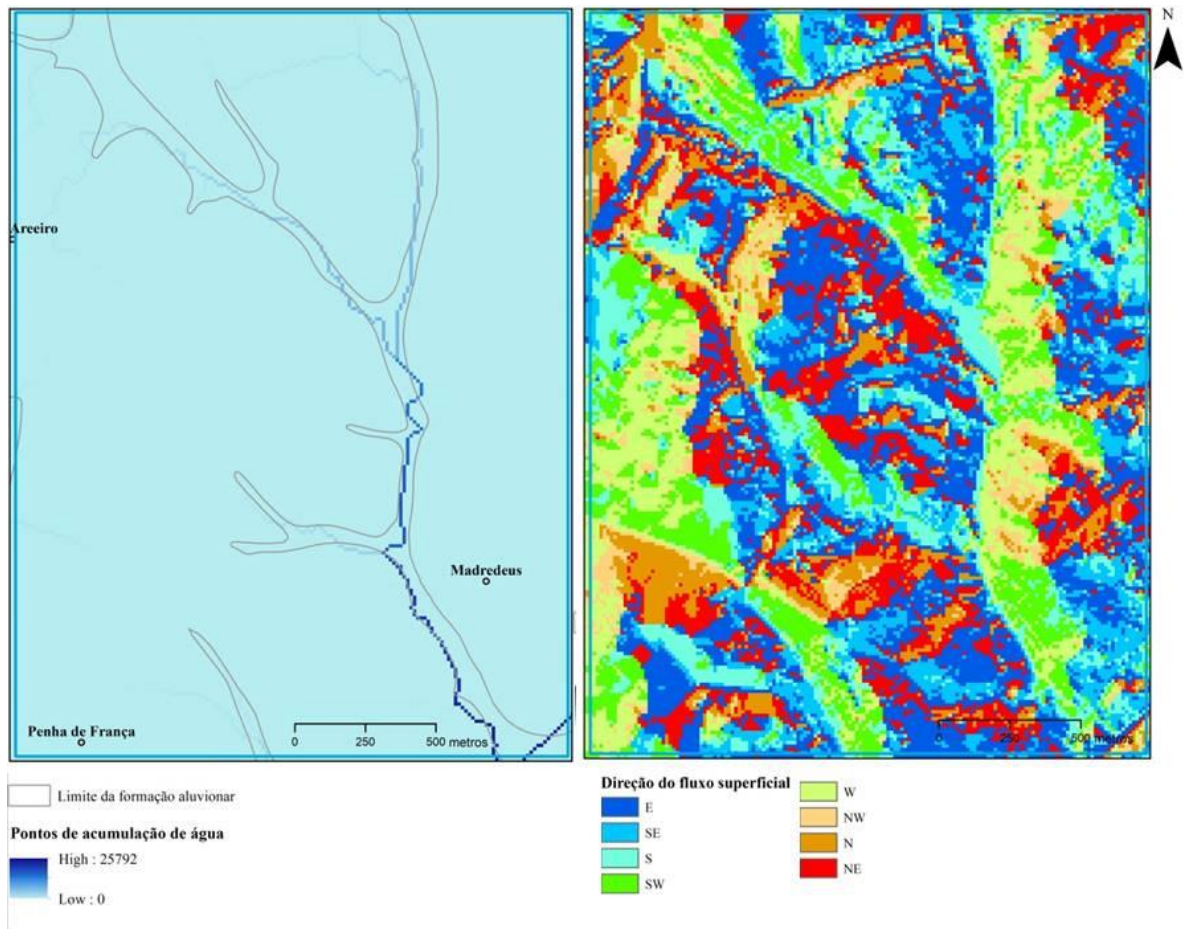
Junto ao rio Tejo, e à semelhança do já verificado na AP1, as direções de fluxo são bastante heterogéneas e refletem sobretudo a alteração do relevo pela atividade antrópica.

Na AP3 (Figura 8.28), o modelo de acumulação permitiu verificar a concordância do limite das formações aluvionares e das zonas de acumulação de água.

O modelo de direção do fluxo materializa, uma vez mais, a pendente morfológica das vertentes associadas à Ribeira de Chelas e linhas de água subsidiárias.



**Figura 8.27.** Carta de fatores: Pontos de acumulação de água (topo) e direção do fluxo superficial (base) – AP2  
(Fonte: Servidor de dados da CML)

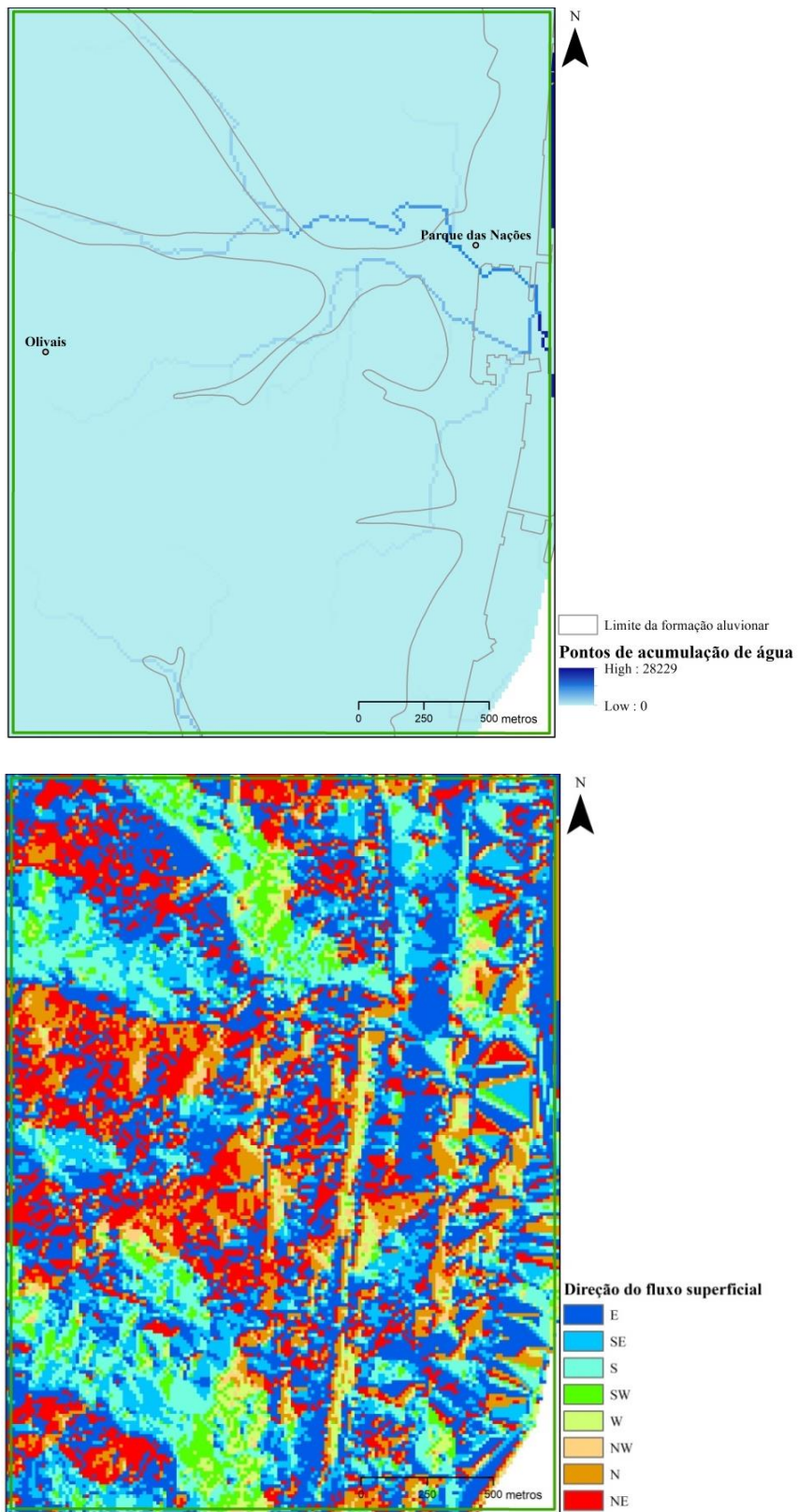


**Figura 8.28.** Carta de fatores: Pontos de acumulação de água (esquerda) e direção do fluxo superficial (direita) – AP3 (Fonte: Servidor de dados da CML)

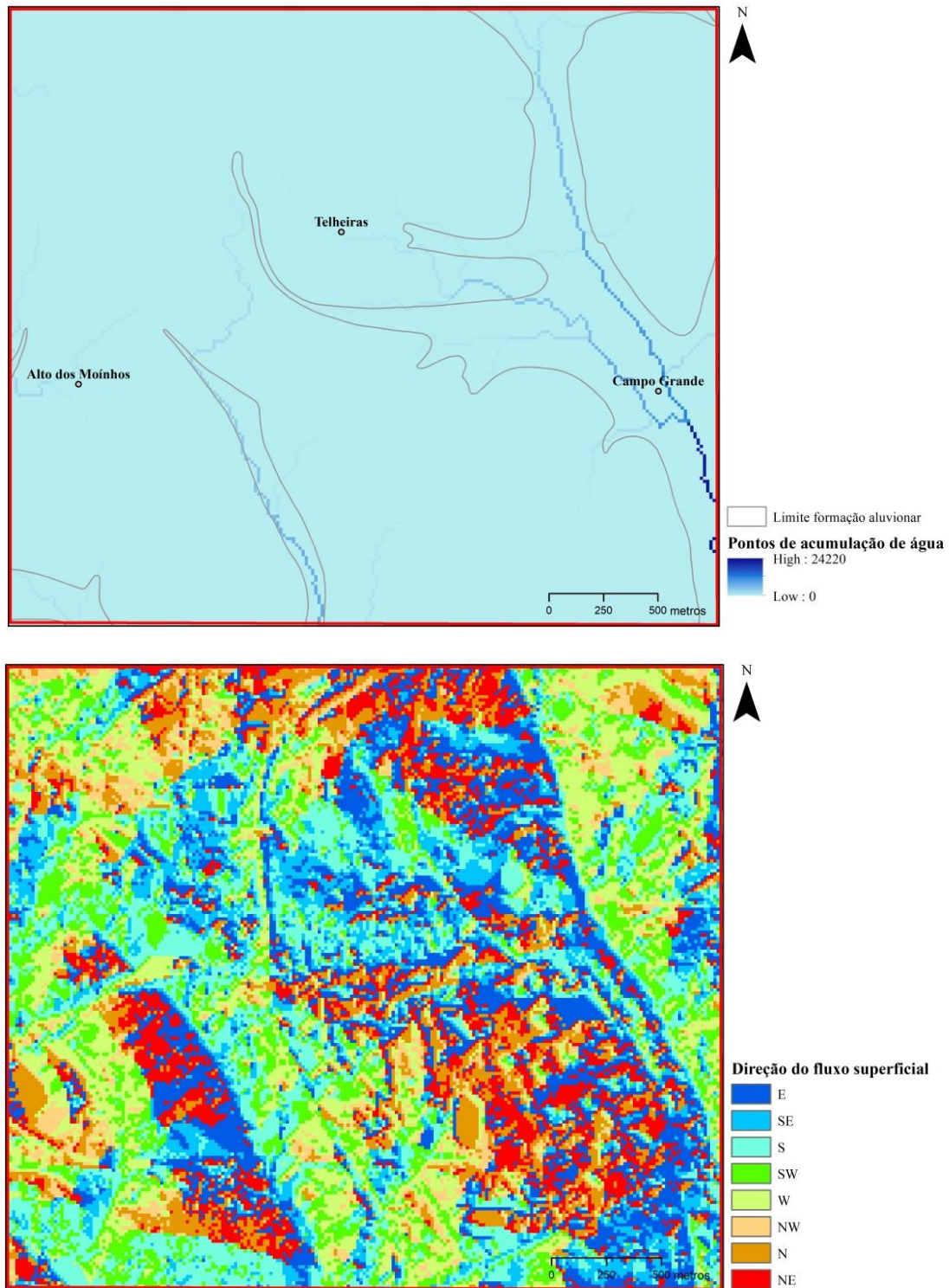
Na AP4 (Figura 8.29), destaca-se a direção E preferencial do fluxo.

Da análise da Figura 8.30 – AP5, constata-se que a direção do fluxo reflete uma variação na zona de contacto por falha. Na zona central as direções do fluxo são muito variáveis, mas concordantes com a pendente morfológica das formações geológicas.

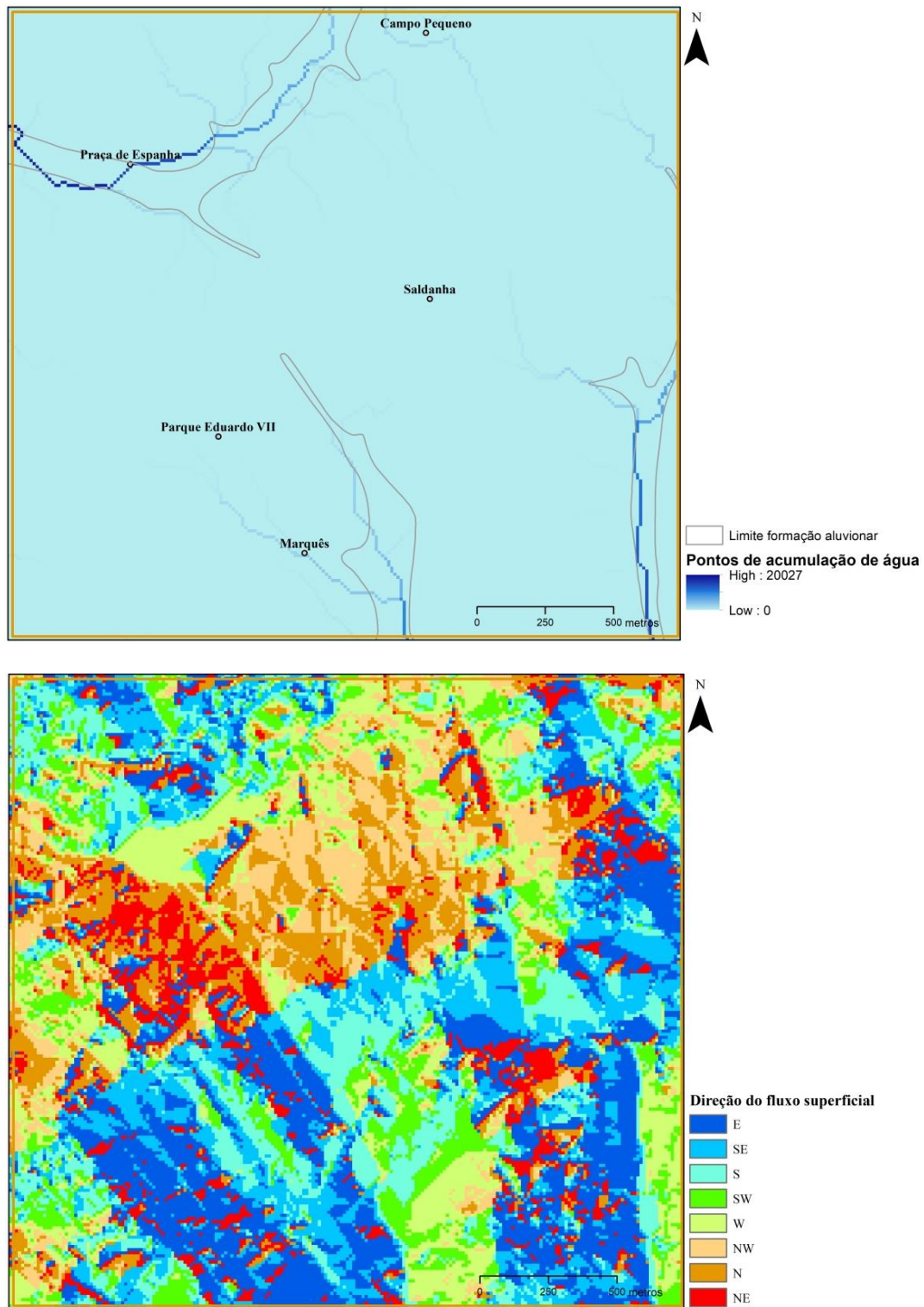
Relativamente à AP6 (Figura 8.31), constata-se a concordância das linhas de água com as zonas de maior acumulação e, tal como na AP5, a direção do fluxo reflete a pendente morfológica das formações geológicas.



**Figura 8.29.** Carta de fatores: Pontos de acumulação de água (topo) e direção do fluxo superficial (base) – AP4 (Fonte: Servidor de dados da CML)



**Figura 8.30.** Carta de fatores: Pontos de acumulação de água (topo) e direção do fluxo superficial (base) – AP5  
(Fonte: Servidor de dados da CML)



**Figura 8.31.** Carta de fatores: Pontos de acumulação de água (topo) e direção do fluxo superficial (base) – AP6  
(Fonte: Servidor de dados da CML)

Estas cartas permitiram definir as zonas preferenciais de direção de escoamento de água superficial, otimizando o planeamento de novas zonas de acumulação de planos de água, medidas a considerar no âmbito de uma estrutura verde, ecologicamente sustentável.



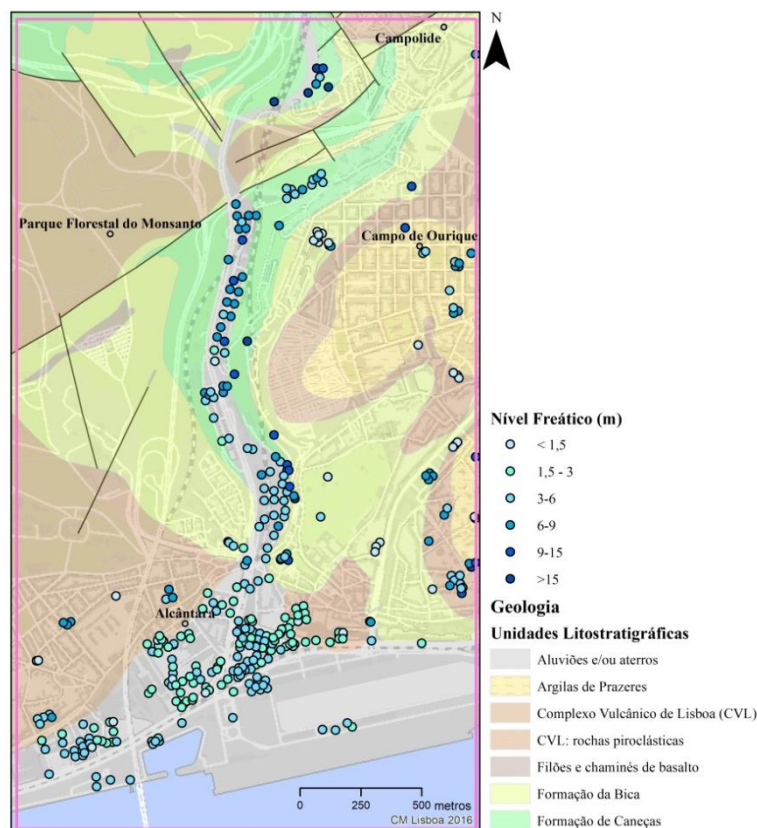
A posição do nível freático foi determinada com base na representação espacial das sondagens onde esse nível foi determinado. Essa representação teve por base classes de profundidade de ocorrência do nível freático.

Embora com todos os erros associados aos métodos de obtenção e leitura destes valores, mais pormenorizadamente descritos no Capítulo 7, considerou-se útil a produção dum modelo que materializasse a superfície piezométrica em todas as áreas piloto, uma vez que esse conhecimento permite otimizar a gestão do uso e aproveitamento da água no subsolo constituindo informação fundamental ao nível do planeamento urbano.

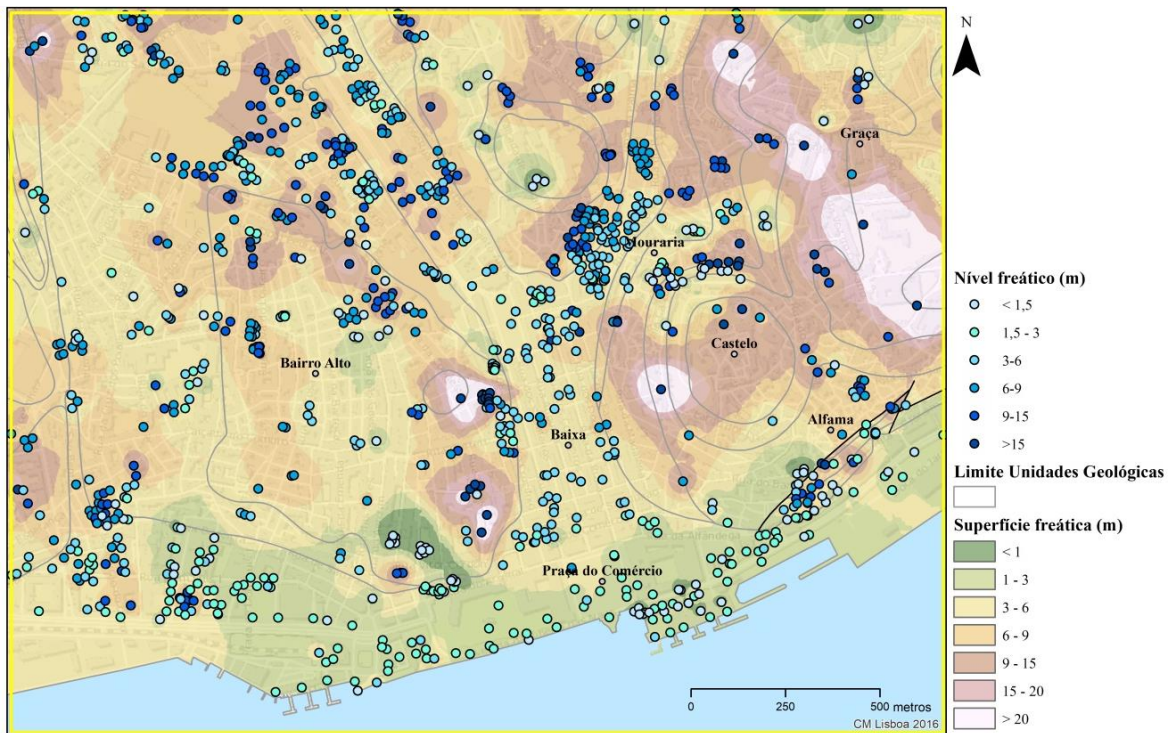
Essa superfície foi produzida com recurso ao interpolador IDW. As falhas geológicas foram consideradas no processo interpolativo e foram adicionadas ao mesmo como uma barreira.

A escassez de informação e sua concentração nas zonas aluvionares não permitiu concretizar a superfície freática para as Áreas Piloto 1 e 3, tendo sido apenas representada a informação pontual disponível.

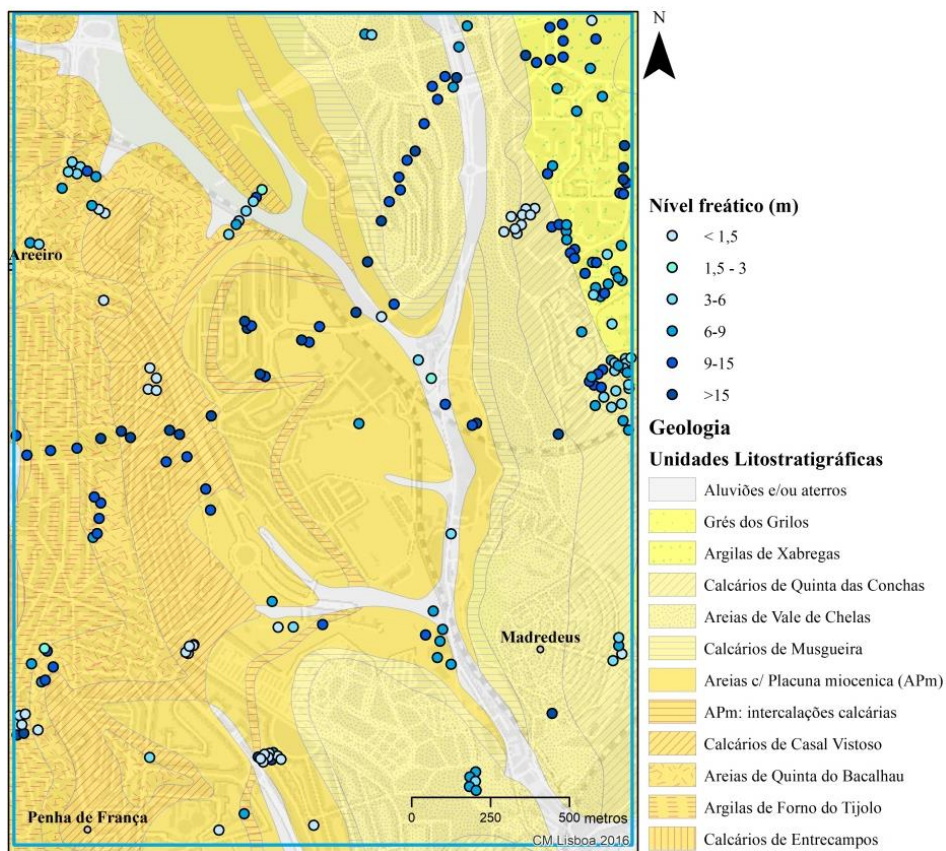
Os produtos finais apresentam-se nas Figuras 8.32 a 8.37, onde se pode observar a profundidade a que ocorre o nível freático nas diversas zonas da cidade.



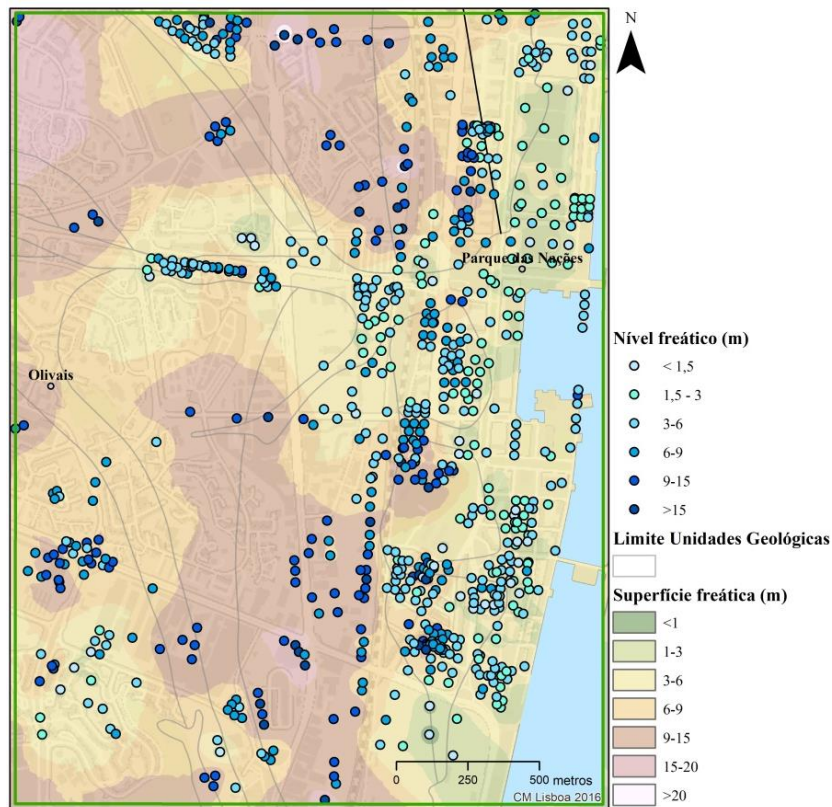
**Figura 8.32.** Carta de fatores: Nível freático – AP1  
(Fonte: GeoSIG; Servidor de dados da CML)



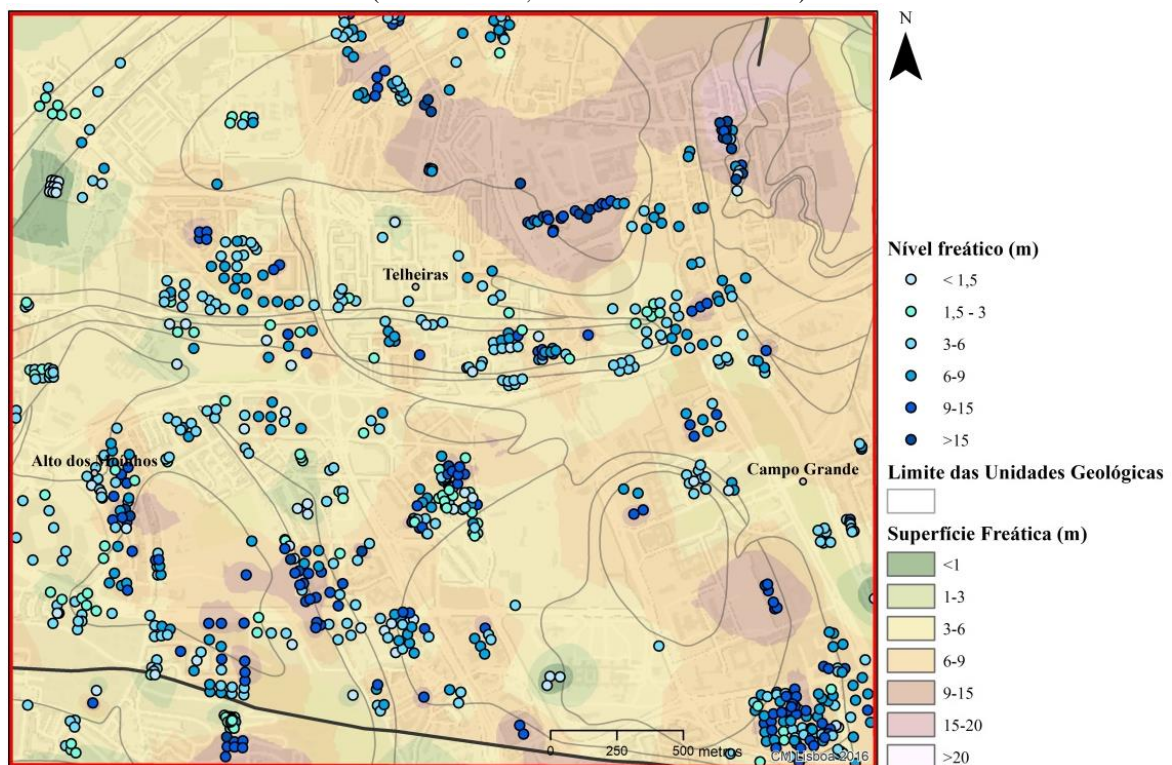
**Figura 8.33.** Carta de fatores: Nível freático – AP2  
(Fonte: GeoSIG; Servidor de dados da CML)



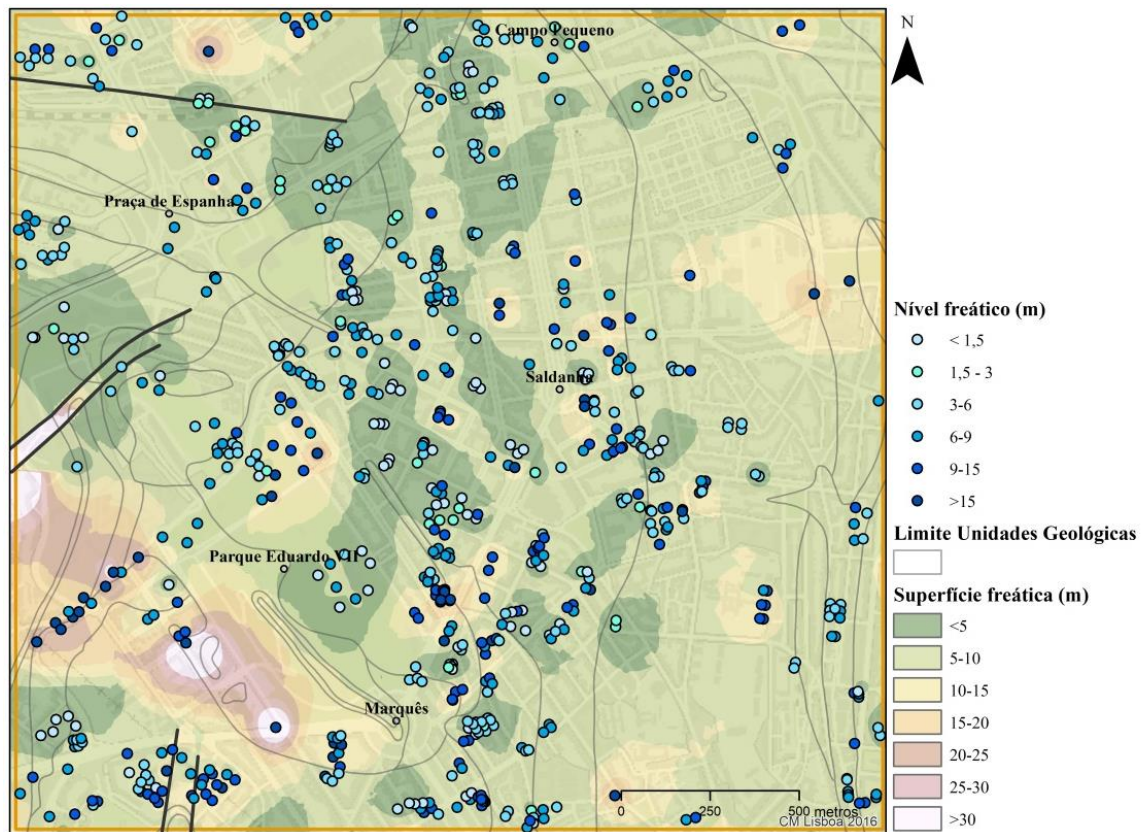
**Figura 8.34.** Carta de fatores: Nível freático – AP3  
(Fonte: GeoSIG; Servidor de dados da CML)



**Figura 8.35.** Carta de fatores: Nível freático – AP4  
(Fonte: GeoSIG; Servidor de dados da CML)



**Figura 8.36.** Carta de fatores: Nível freático – AP5  
(Fonte: GeoSIG; Servidor de dados da CML)



**Figura 8.37.** Carta de fatores: Nível freático – AP6  
(Fonte: GeoSIG; Servidor de dados da CML)

Na Figura 8.32 (AP1), observa-se que os pontos onde o nível de água apresenta valores mais profundos se encontram associados às formações cretácicas que, face às condições de fracturação e permeabilidade, permitem a percolação de água a maior profundidade.

A Figura 8.33, representativa da AP2, permite verificar que na zona ribeirinha a posição do nível freático se encontra mais à superfície. Uma vez que esta zona confronta com o rio Tejo, este resultado era esperado. De um modo geral na AP2 o nível de água situa-se entre 3-6m com exceção das zonas das colinas, onde o nível de água se encontra mais profundo. Este facto relaciona-se igualmente com a permeabilidade do maciço.

Na AP3 - Figura 8.34, constata-se que os pontos onde a posição do nível freático se situa numa faixa mais superficial se encontram associados às zonas de vale.

De um modo geral, o nível de água na AP4 (Figura 8.35), situa-se abaixo dos 6m, com exceção da zona ribeirinha, pelas razões já mencionadas.

Na AP5 (Figura 8.36), verifica-se que, de um modo geral o nível freático se situa a profundidades entre 3 e 9m, função da espessura dos materiais de cobertura e da permeabilidade do substrato.

Na AP6 (Figura 8.37), a água ocorre, genericamente a profundidades entre 5-10 m, identificando-se algumas zonas em que se situa mais à superfície.

Não obstante a importância da água na abordagem ambiental ora apresentada, o conhecimento desta variável permite igualmente avaliar os potenciais impactos a nível da edificação, pois a percolação de água nos maciços condiciona o seu comportamento mecânico. Nos maciços rochosos, as discontinuidades permitem a percolação para níveis mais profundos promovendo os fenómenos de erosão. Nos maciços terrosos, a circulação de água pode provocar o arraste de finos conduzindo a fenómenos de erosão interna e abatimento das estruturas à superfície, muitas vezes ao nível da rede viária.

Ainda de relevar a importância deste conhecimento na avaliação do risco de inundação em meio urbano, pois em zonas em que a morfologia seja aplanada e o nível freático se encontre à subsuperfície, a probabilidade de ocorrência de inundação será potenciada.

Ao nível do planeamento urbano esta informação assume-se como fundamental, não apenas na vertente da gestão e exploração de recursos hídricos (Ribeiro, 2016), como também na avaliação das condicionantes à edificação e gestão dos riscos naturais, permitindo a definição, *a priori*, de medidas de mitigação de eventuais impactos (Afonso *et al.*, 2006; Hirata *et al.*, 2006; Mendonça, 2016)

#### **8.1.4. Uso do solo**

O uso do solo não é mais do que o conjunto de regras que definem e regulam a ocupação, utilização e transformação de determinada porção do território.

A representação do fator uso do solo teve em consideração dois elementos:

- Carta CORINE Land Cover 2018, disponível no Serviço de Monitorização Terrestre do Programa *Copernicus* (*European Union's Earth Observation Programme*). (EEA, 2018);
- Planta de Qualificação do Espaço Urbano do PDM de Lisboa.

Após análise comparativa dos dois elementos e uma vez que toda a cidade de Lisboa se encontra classificada como solo urbano, considerou-se que a Planta de Qualificação do Espaço Urbano representa com maior detalhe a realidade territorial da cidade de Lisboa.

Esta carta apresenta vários tipos de uso, designadamente:

- Espaço Central e Residencial consolidado – Traçados A, B, C e D;
- Espaço Verde Ribeirinho consolidado;
- Espaço Verde de Enquadramento a Infraestruturas consolidado;
- Espaço Verde de Proteção e Conservação consolidado;
- Espaço Verde de Recreio e Produção consolidado;
- Espaço de Atividade Económicas consolidado;
- Espaço de Uso Especial Ribeirinho consolidado;
- Espaço de Uso Especial de Equipamentos consolidado;
- Espaço de Uso Especial de Infraestruturas consolidado;
- Espaço de Uso Especial de Equipamentos com área verde associada;
- Espaço Central e Residencial a consolidar;
- Espaço Verde de Recreio e Produção a consolidar;
- Espaço de Atividade Económicas a consolidar;
- Espaço de Uso Especial Ribeirinho a consolidar;
- Espaço de Uso Especial de Equipamentos a consolidar;

Uma vez que se pretende decompor o fator uso do solo para a produção da carta síntese de aptidão hidrogeológica, optou-se por não o representar espacialmente no âmbito da cartografia de fatores.

## **8.2. Cartas auxiliares**

Conforme já referido, as cartas auxiliares procuram complementar a informação base, como por exemplo a localização das sondagens geotécnicas analisadas, elemento que já foi apresentado no Capítulo 7.

As servidões administrativas e restrições de utilidade pública, figuras sujeitas a um regime jurídico próprio, são outro exemplo de cartografia auxiliar. No caso do concelho de Lisboa e tendo por base o objetivo do trabalho, seria relevante a representação do Domínio Público Hídrico – DPH (CML, 2012). Este regime restringe a ocupação nas linhas de água naturais e seu limite de proteção, sujeitando qualquer utilização desse recurso a parecer da Agência Portuguesa do Ambiente (APA).

Dada a sua fraca expressão e representatividade limitada, uma vez que só ocorre nas AP1, AP3, e AP5 não se irá considerar esta servidão no âmbito da presente Tese.

A REN seria outro fator a considerar, contudo uma vez que este regime se encontra restrito ao limite N do concelho, junto do Rio Trancão, não é abrangido pelas áreas piloto.

### **8.3. Cartas derivadas**

As cartas derivadas resultam duma avaliação da relação entre os diversos fatores analisados, de que resulta um zonamento preliminar em função do objetivo proposto. O SIGC desenvolvido permitiu derivar as cartas abaixo discriminadas, através de operações de inquirição à BD e análise espacial:

- Complexos hidrogeológicos;
- Classes de permeabilidade relativa dos solos;
- Espessura de depósitos de cobertura;
- Unidades geotécnicas.

Todas as cartas derivadas foram elaboradas a uma escala grande, 1:10.000, contudo por uma questão de apresentação de resultados no corpo do texto, foram adotadas escalas médias, variáveis entre 1:15.000 ou 1:20.000 consoante a dimensão da área piloto.

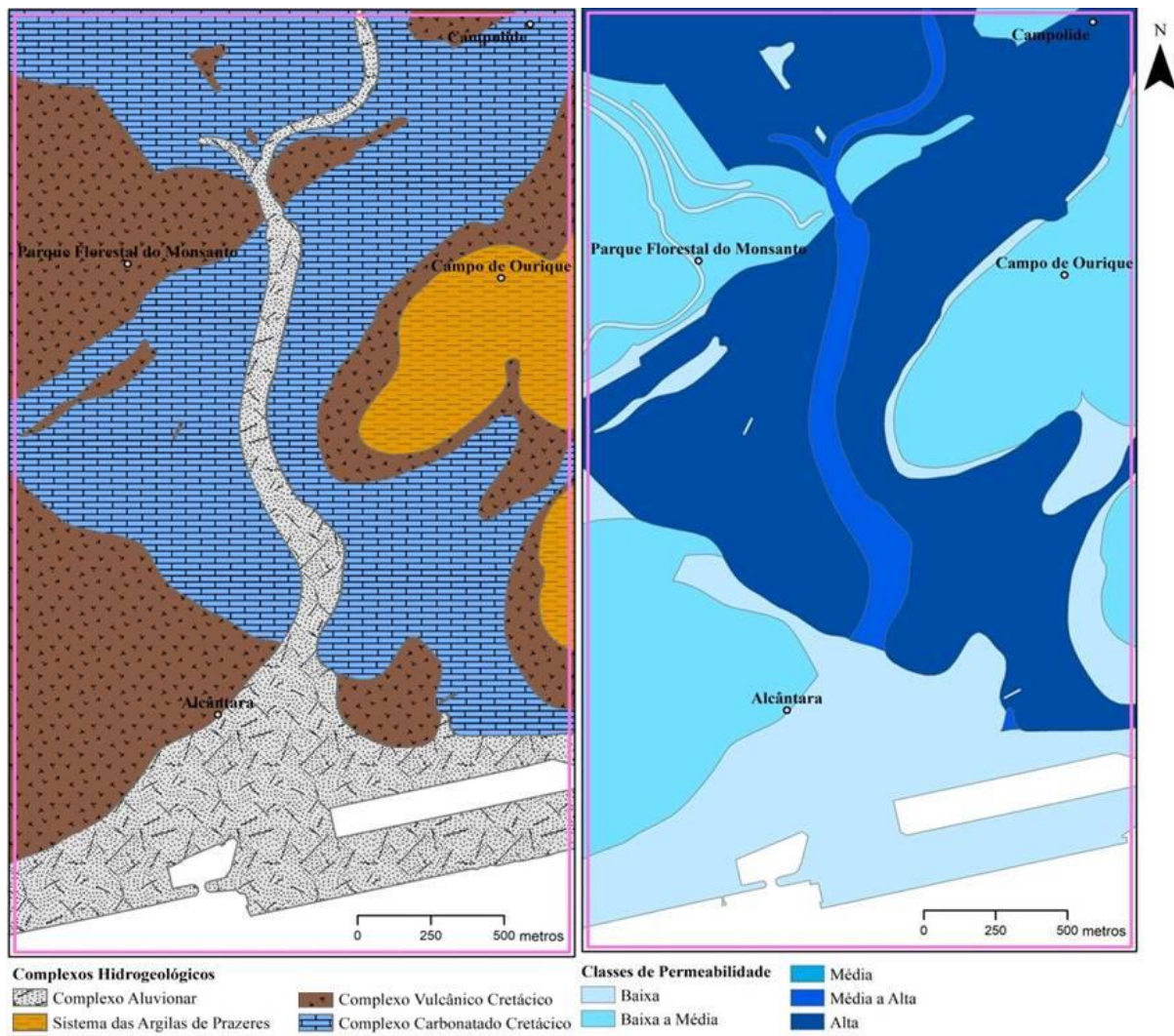
#### **8.3.1. Complexos hidrogeológicos e Classes de permeabilidade relativa dos solos**

No Capítulo 7 apresentou-se a sistematização e as principais características das formações geológicas do concelho de Lisboa, que permitiram a definição das classes de permeabilidade relativa e os diversos complexos e sistemas hidrogeológicos. Através de operações de análise espacial, recorrendo à barra de ferramentas *3D Analyst*, comando *Union 3D*, e de inquirição à BD, procedeu-se ao agrupamento das formações com características homogéneas do ponto de vista hidrogeológico.

Nas Figuras 8.38 a 8.43 apresenta-se a cartografia de âmbito hidrogeológico das diversas áreas piloto.

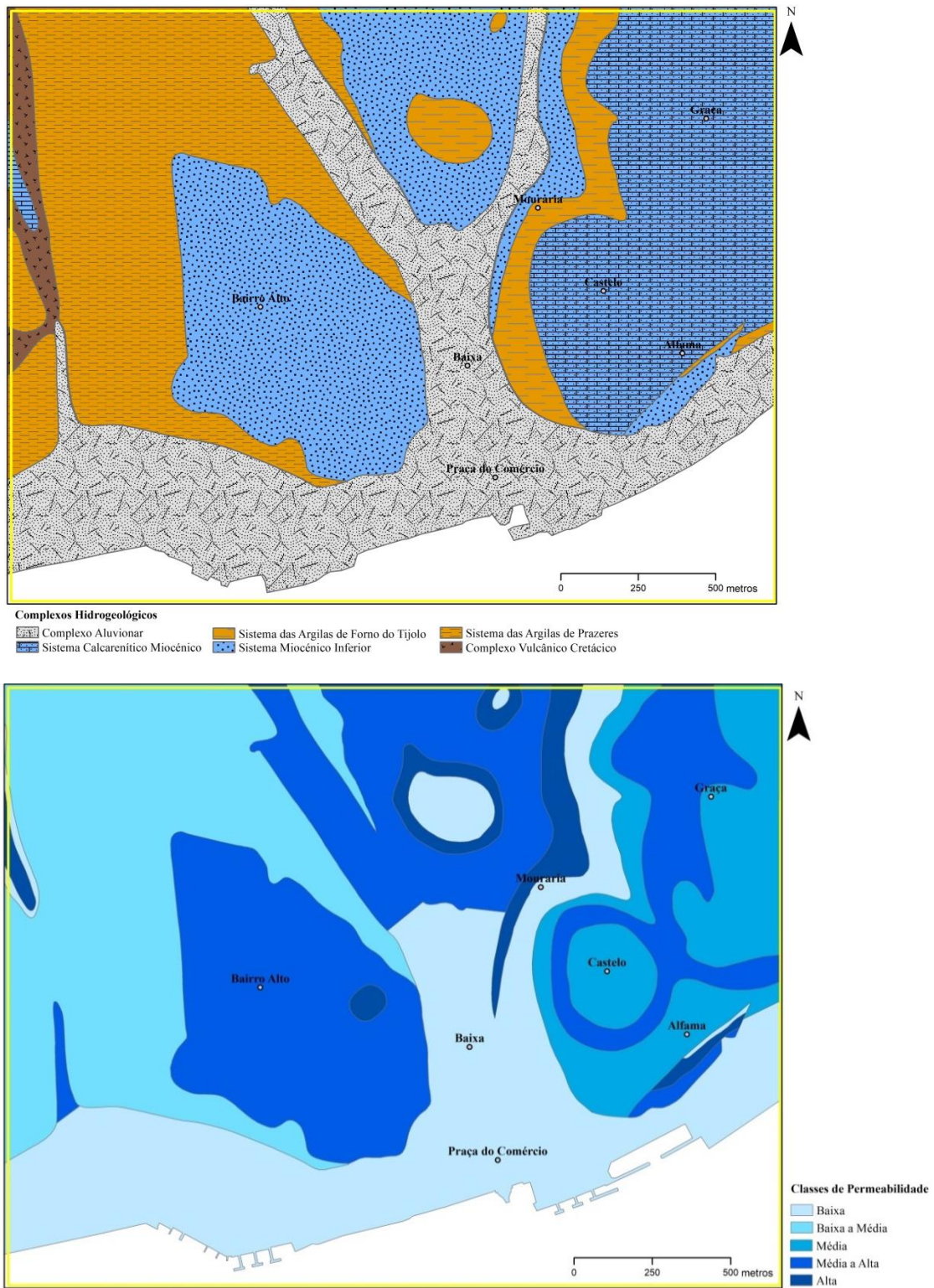
A análise das cartas permite identificar as áreas onde as formações apresentam maior permeabilidade, assim como, potencial para percolação e armazenamento de água subterrânea. A sua identificação é fundamental em estudos de planeamento, pois permite

identificar potencialidade e condicionantes, nomeadamente sistemas que constituam reservas hídricas que possam ser aproveitadas em caso de seca ou sistemas mais vulneráveis à ocupação, principalmente em subsolo (Mendonça, 2016).

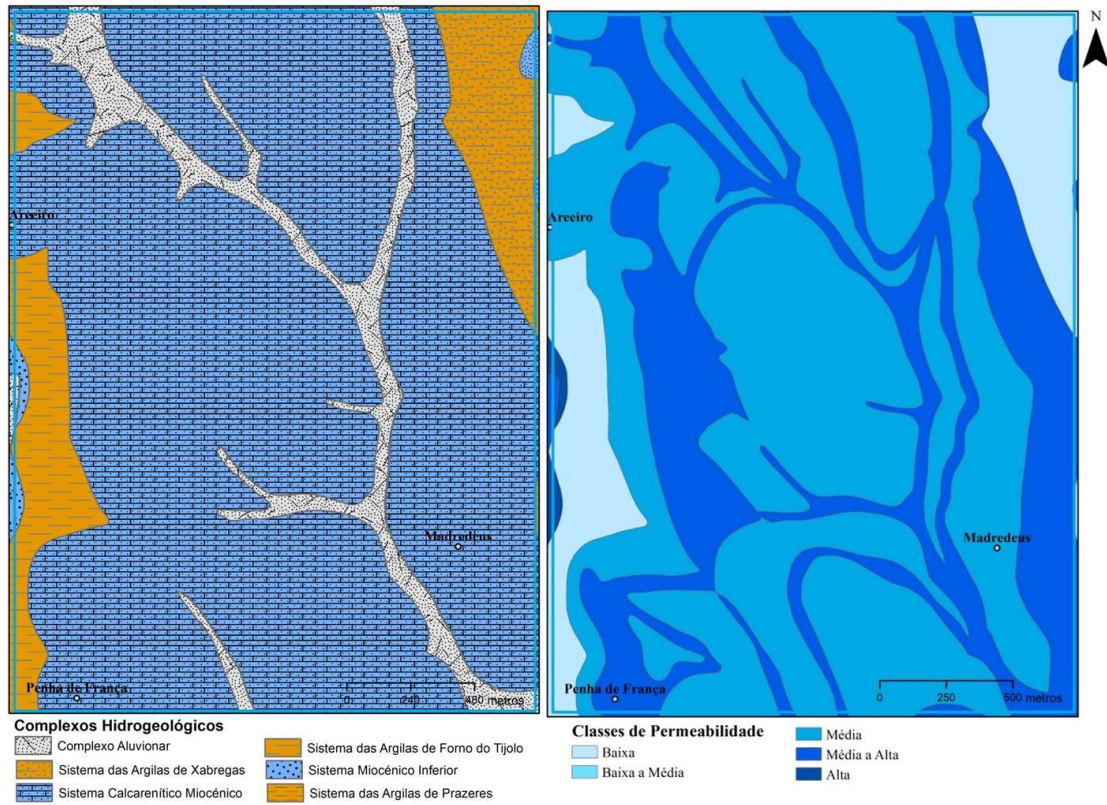


**Figura 8.38.** Carta Derivada: Complexos hidrogeológicos (esquerda) e Classes de permeabilidade relativa dos solos (direita) – API  
(Fonte: Pinto, 2003; Pais *et al.*, 2006; Servidor de dados da CML)

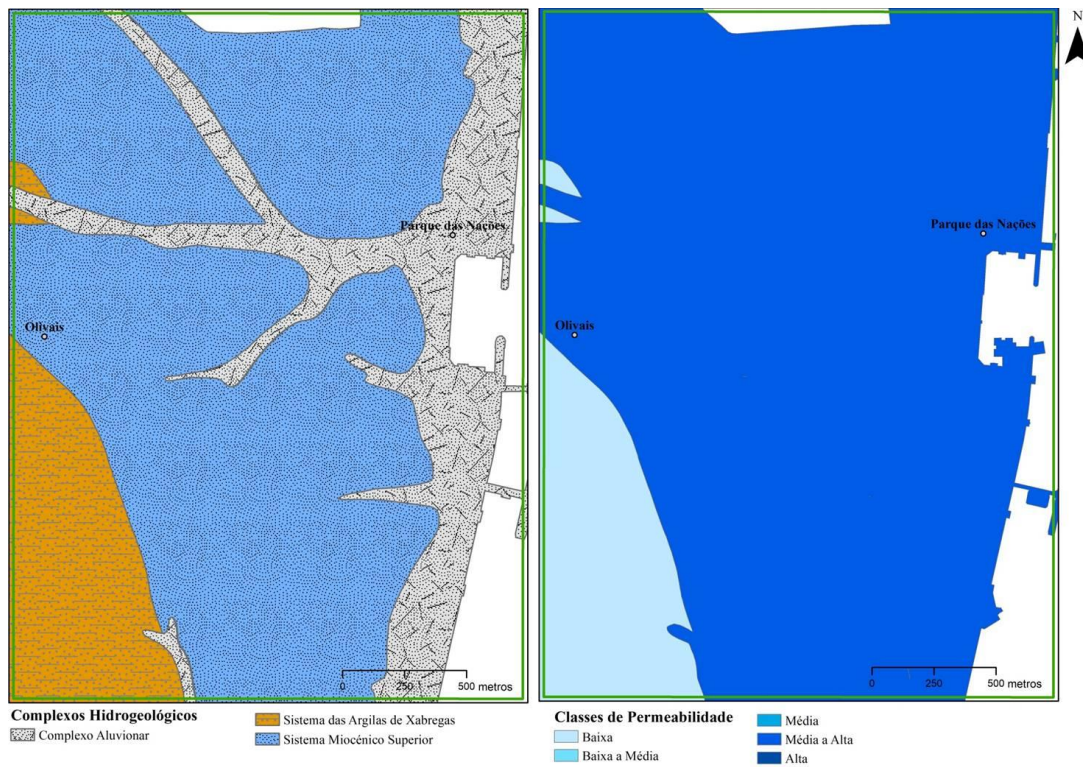




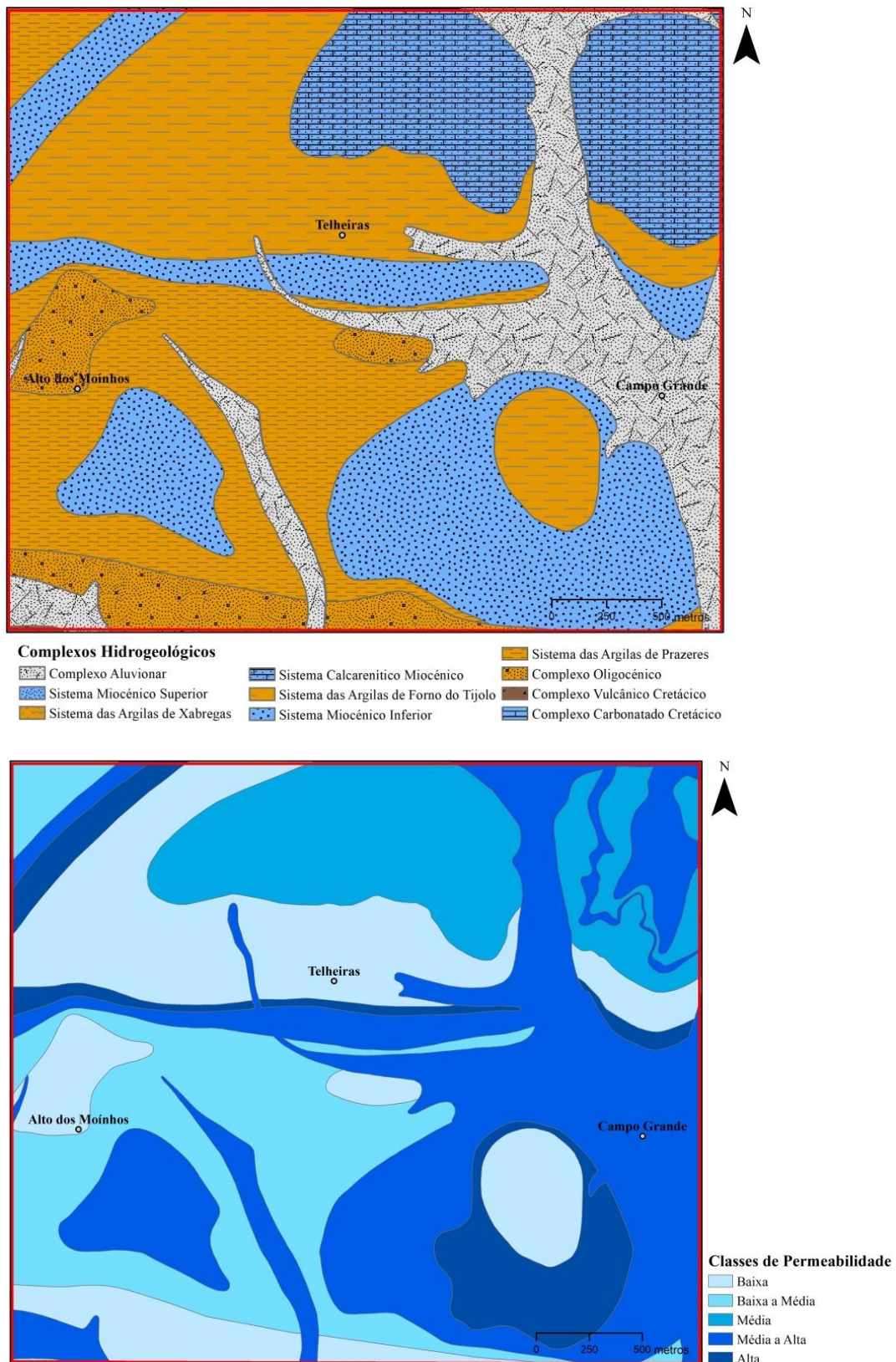
**Figura 8.39.** Carta Derivada: Complexos hidrogeológicos (topo) e Classes de permeabilidade relativa dos solos (base) – AP2 (Fonte: Pinto, 2003; Pais *et al.*, 2006; Servidor de dados da CML)



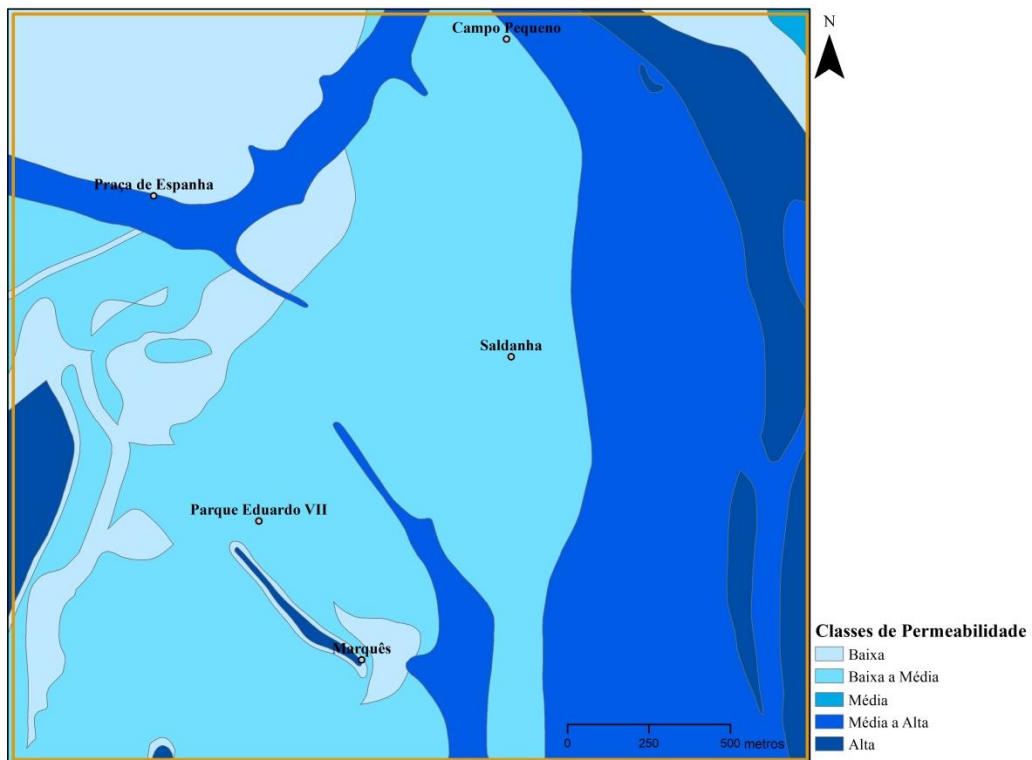
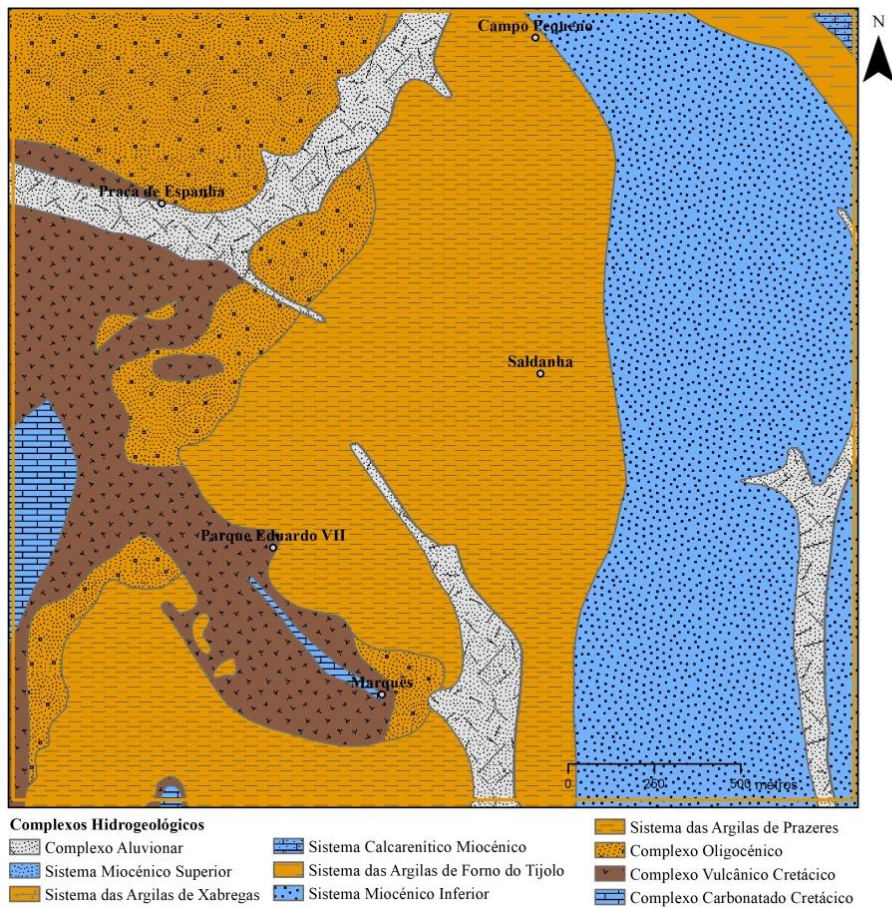
**Figura 8.40.** Carta Derivada: Complexos hidrogeológicos (esquerda) e Classes de permeabilidade relativa dos solos (direita) – AP3 (Fonte: Pinto, 2003; Pais *et al.*, 2006; Servidor de dados da CML)



**Figura 8.41.** Carta Derivada: Complexos hidrogeológicos (esquerda) e Classes de permeabilidade relativa dos solos (direita) – AP4 (Fonte: Pinto, 2003; Pais *et al.*, 2006; Servidor de dados da CML)



**Figura 8.42.** Carta Derivada: Complexos hidrogeológicos (topo) e Classes de permeabilidade relativa dos solos (base) – AP5 (Fonte: Pinto, 2003; Pais *et al.*, 2006; Servidor de dados da CML)



**Figura 8.43.** Carta Derivada: Complexos hidrogeológicos (topo) e Classes de permeabilidade relativa dos solos (base) – AP6 (Fonte: Pinto, 2003; Pais *et al.*, 2006; Servidor de dados da CML)

### **8.3.2. Espessura de depósitos de cobertura**

A designação depósitos de cobertura engloba as unidades *Aterros* e *Aluviões*.

Trata-se de formações de idade recente, que constituem os depósitos de cobertura, incluindo *Aterros* resultantes da ação antrópica, e depósitos de origem natural, genericamente designados por *Aluviões*, resultantes do transporte dos sedimentos em meio hídrico ou gravítico.

Os aterros são, em regra, resultantes de movimentos de terras destinados à modelação urbana ou de depósitos de resíduos diversos, frequentemente colocados sem qualquer tratamento em espaços anteriormente relacionados com explorações de pedreiras (Pinto, 2005).

Os depósitos aluvionares ocorrem em zonas baixas resultantes de escorrência superficial e na dependência de linhas de água de expressão reduzida. A sua composição reflete os materiais de erosão do substrato ou, quando junto ao rio Tejo, ocorrem níveis arenosos e lodosos.

Depósitos gravíticos, coluviões, detetam-se na base de algumas escarpas ou afloramentos, essencialmente constituídos pelos materiais desagregados. A sua espessura é em geral reduzida (Pinto *et al.*, 2012b).

As elevadas espessuras de depósitos de cobertura constituem condicionantes à ocupação urbana, não só porque impõem constrangimentos ao nível das fundações como também amplificam o efeito das ondas sísmicas à superfície. Foram vários os estudos consultados onde se efetuaram modelos de espessura de materiais de cobertura, visando não só a determinação das suas características geotécnicas como também para estudos de efeitos de sítio (Almeida *et al.*, 2007a; Velho *et al.*, 2007; Almeida *et al.*, 2008a; 2008b; 2009a; 2009c; 2010b; Teves-Costa *et al.*, 2010b; Almeida *et al.*, 2010a; Pinto *et al.*, 2012b; 2014; 2016; Teves-Costa *et al.*, 2014; Leonardo *et al.*, 2016; Oliveira *et al.*, 2018, 2019a; 2019b; 2019c; 2020).

Em todos os trabalhos citados os dados foram disponibilizados através da plataforma GeoSIG.

Para a determinação da espessura de depósitos de cobertura foram considerados os resultados dos ensaios geológico/geotécnicos disponíveis para as áreas piloto, designadamente a informação litostratigráfica.

As tabelas iniciais dispunham dos valores de profundidade da base destes materiais, pelo que, foi necessário criar uma coluna adicional na tabela que permitisse o cálculo da sua espessura.

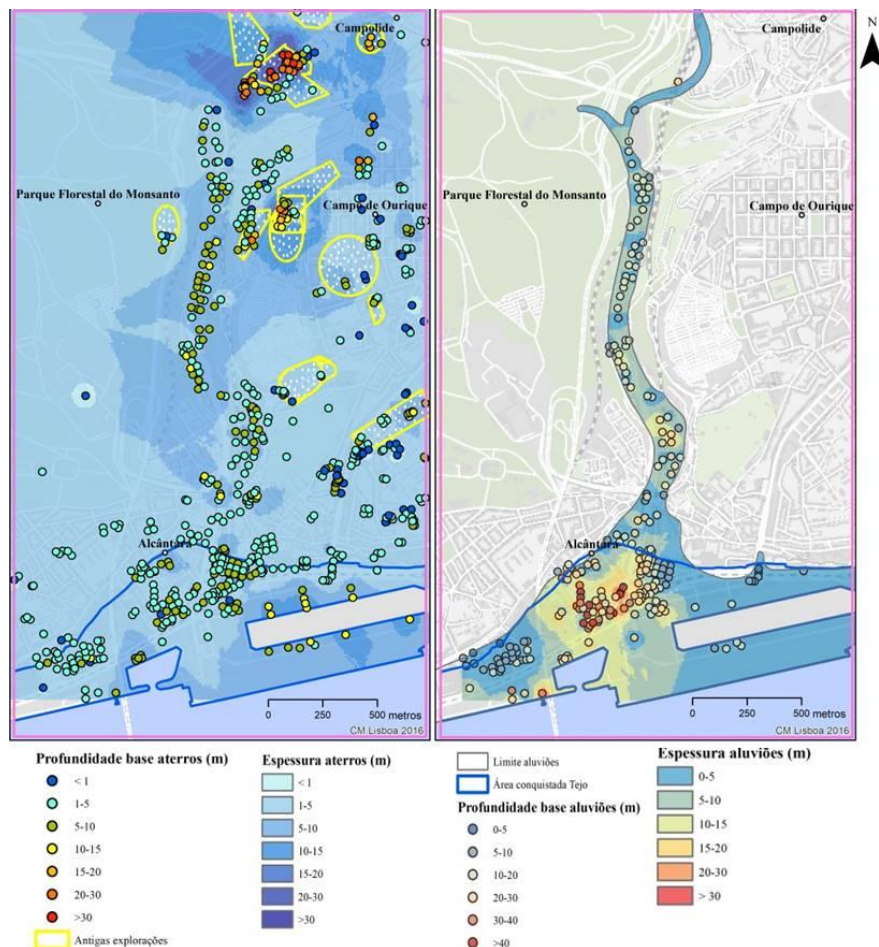
Após este tratamento inicial, os dados permitiram a produção de mapas distintos para os *Aterros* e para as *Aluviões*.

Uma vez que se verificou que os dados relativos aos outros depósitos de cobertura referidos se encontrava com diferentes classificações e, em geral, com fraca espessura e expressão, considerou-se que estes dados não seriam relevantes, à escala do trabalho, excluindo-se os mesmos da análise.

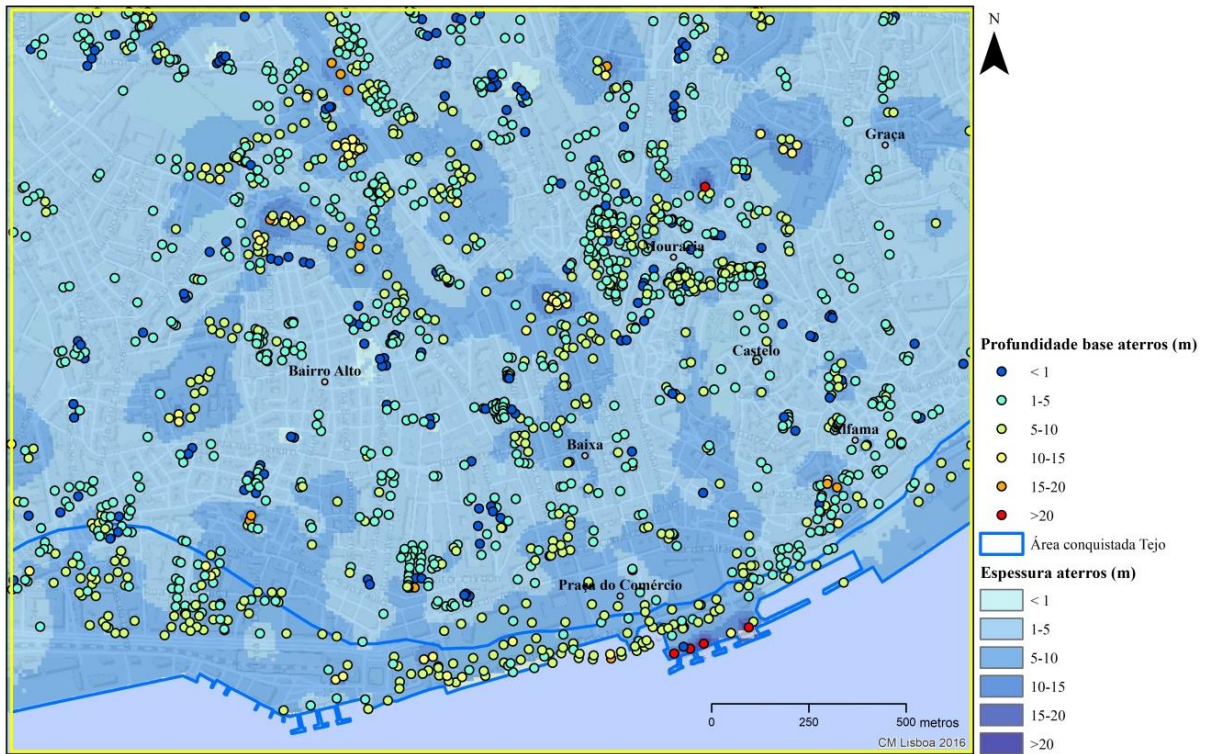
Os dados pontuais presentes nas cartas representam a profundidade da base dos aterros ou aluviões. Tal como em processos já apresentados anteriormente, a superfície foi gerada com recurso ao interpolador IDW.

As cartas incluíram ainda para análise os limites das antigas pedreiras, os limites das aluviões e o limite da área conquistada ao rio Tejo. Este foi determinado com base na cartografia histórica disponível no servidor de dados da CML.

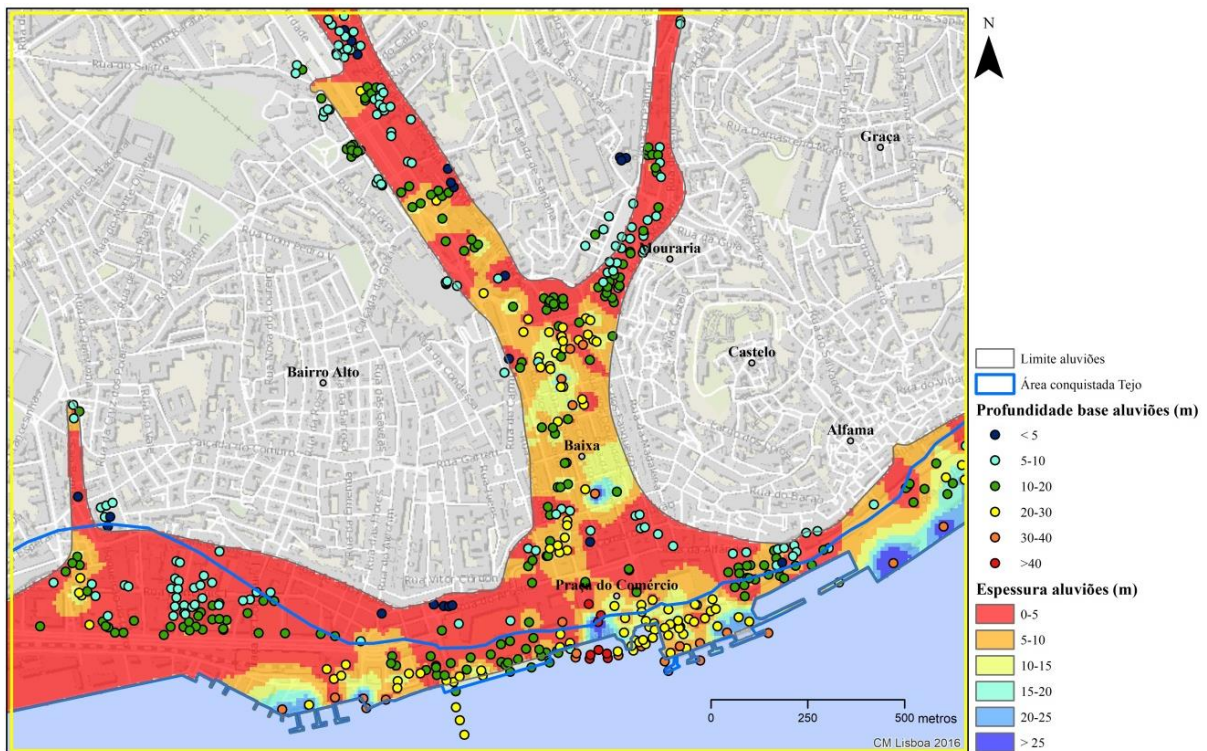
Nas Figuras 8.44 a 8.52 apresentam-se os resultados obtidos.



**Figura 8.44.** Carta Derivada: Espessura de depósitos de cobertura: *Aterros* (esquerda) e *Aluviões* (direita) – AP1 (Fonte: Pais *et al.*, 2006; GeoSIG; Servidor de dados da CML)



**Figura 8.45.** Carta Derivada: Espessura de depósitos de cobertura: *Aterros* – AP2  
(Fonte: Pais *et al.*, 2006; GeoSIG; Servidor de dados da CML)



**Figura 8.46.** Carta Derivada: Espessura de depósitos de cobertura: *Aluviões* – AP2  
(Fonte: Pais *et al.*, 2006; GeoSIG; Servidor de dados da CML)

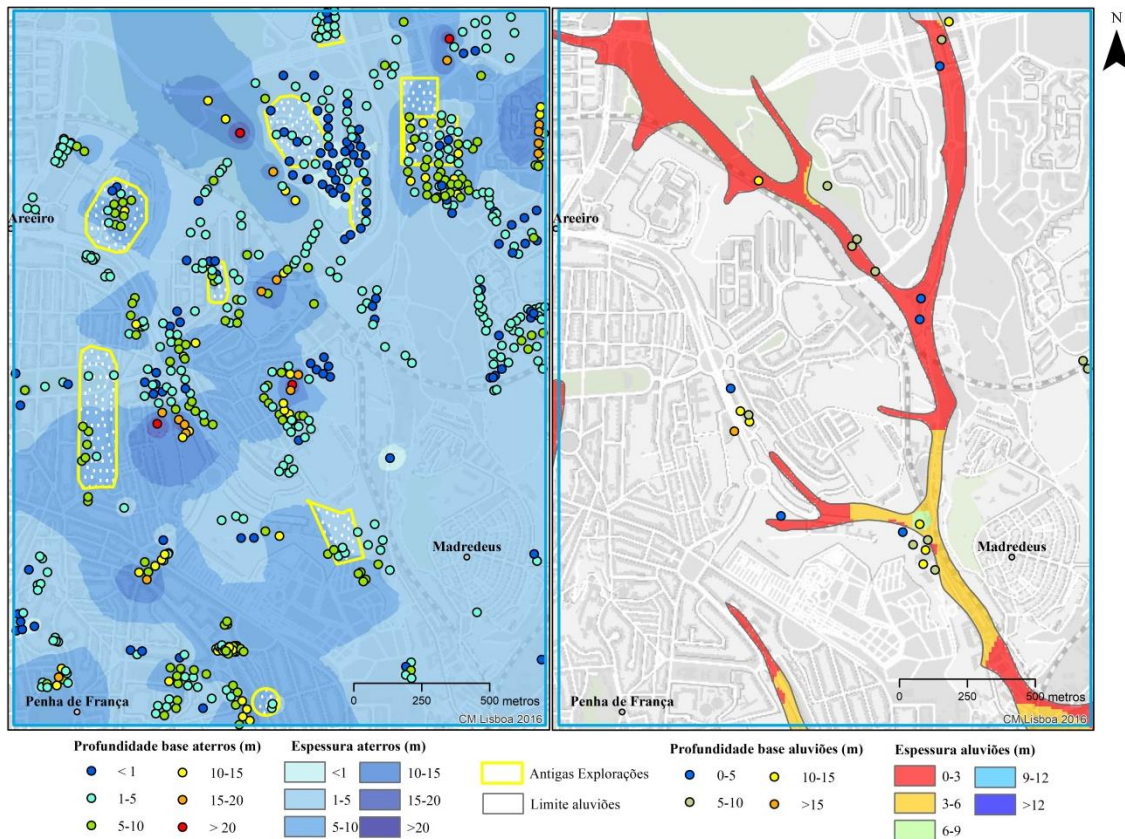


Figura 8.47. Carta Derivada: Espessura de depósitos de cobertura: Aterros (esquerda) e Aluviões (direita) – AP3 (Fonte: Pais *et al.*, 2006; GeoSIG; Servidor de dados da CML)

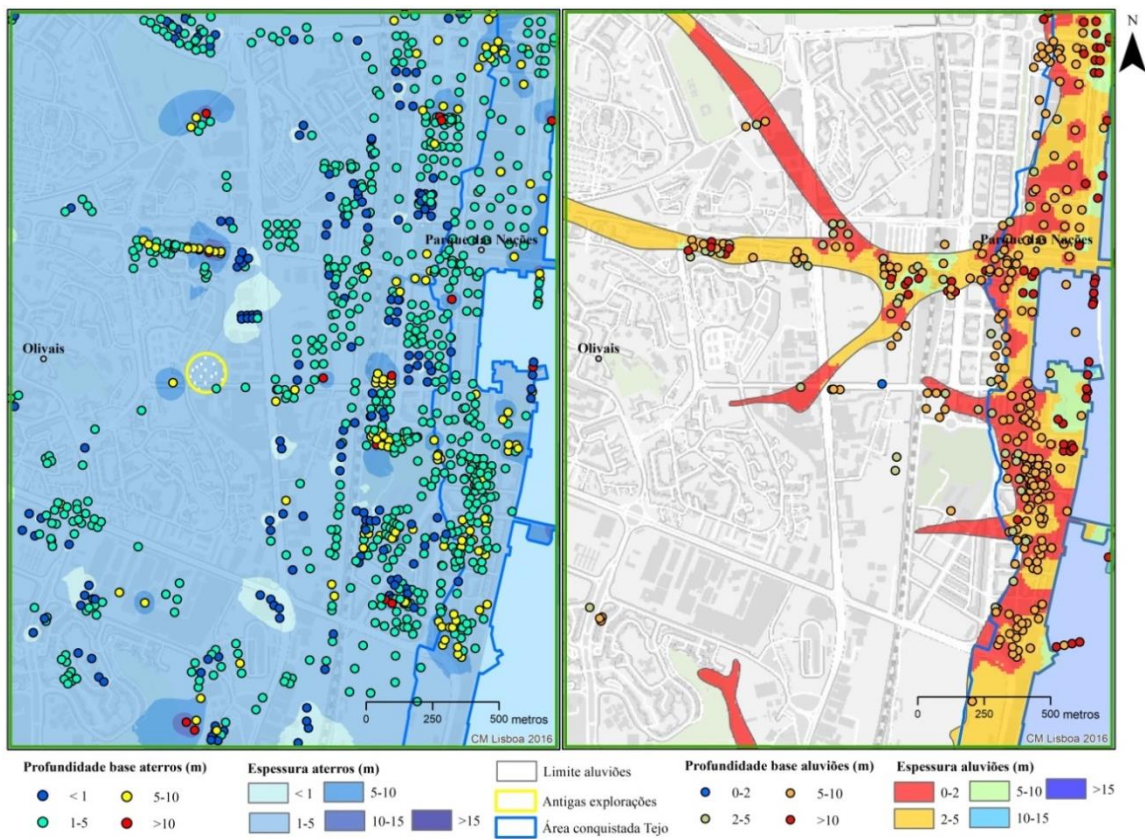
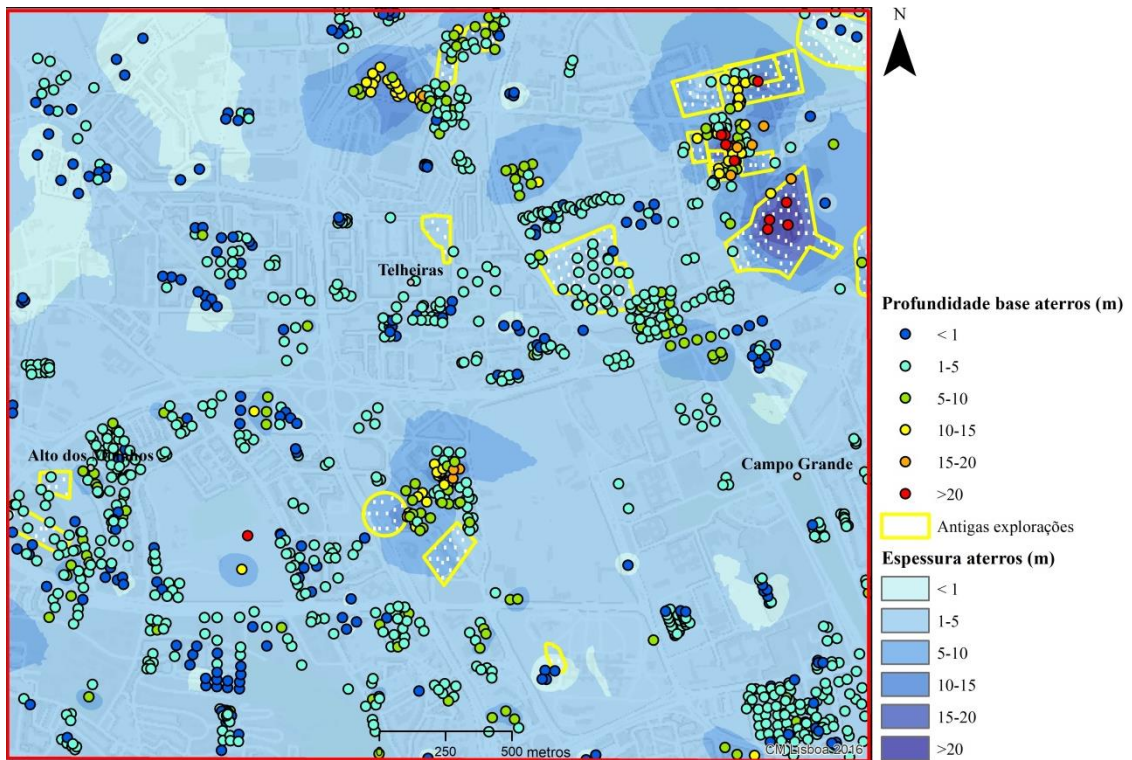
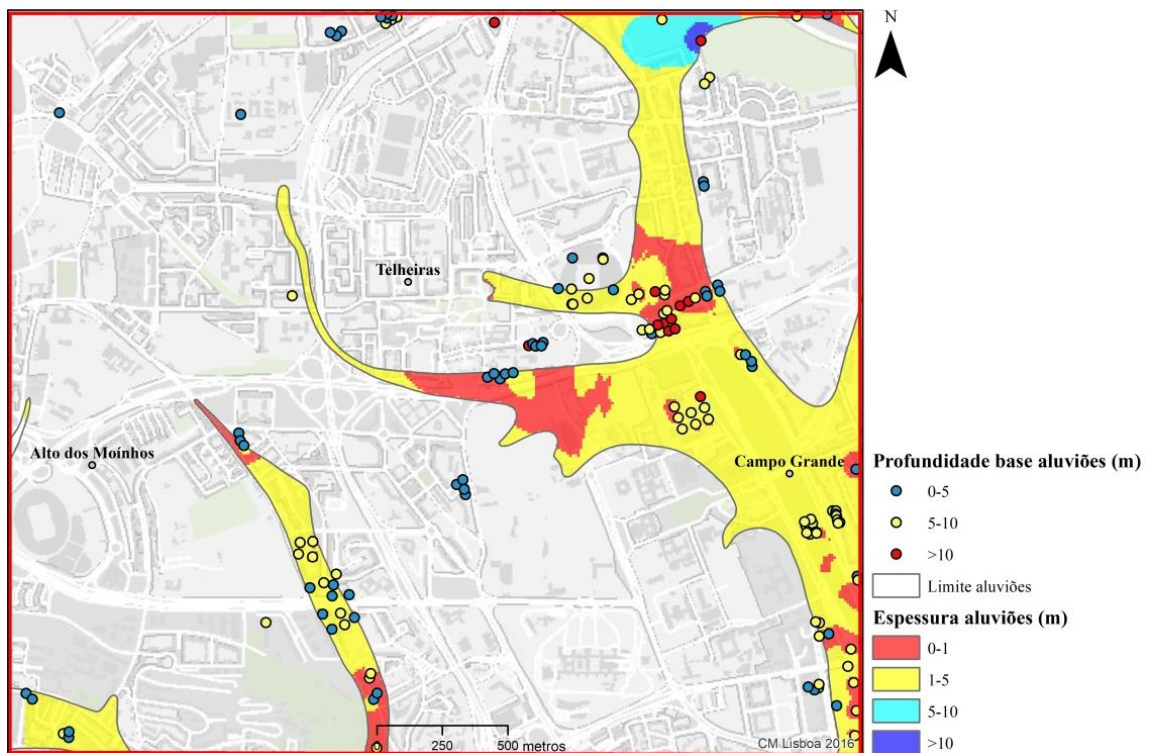


Figura 8.48. Carta Derivada: Espessura de depósitos de cobertura: Aterros (esquerda) e Aluviões (direita) – AP4 (Fonte: Pais *et al.*, 2006; GeoSIG; Servidor de dados da CML)

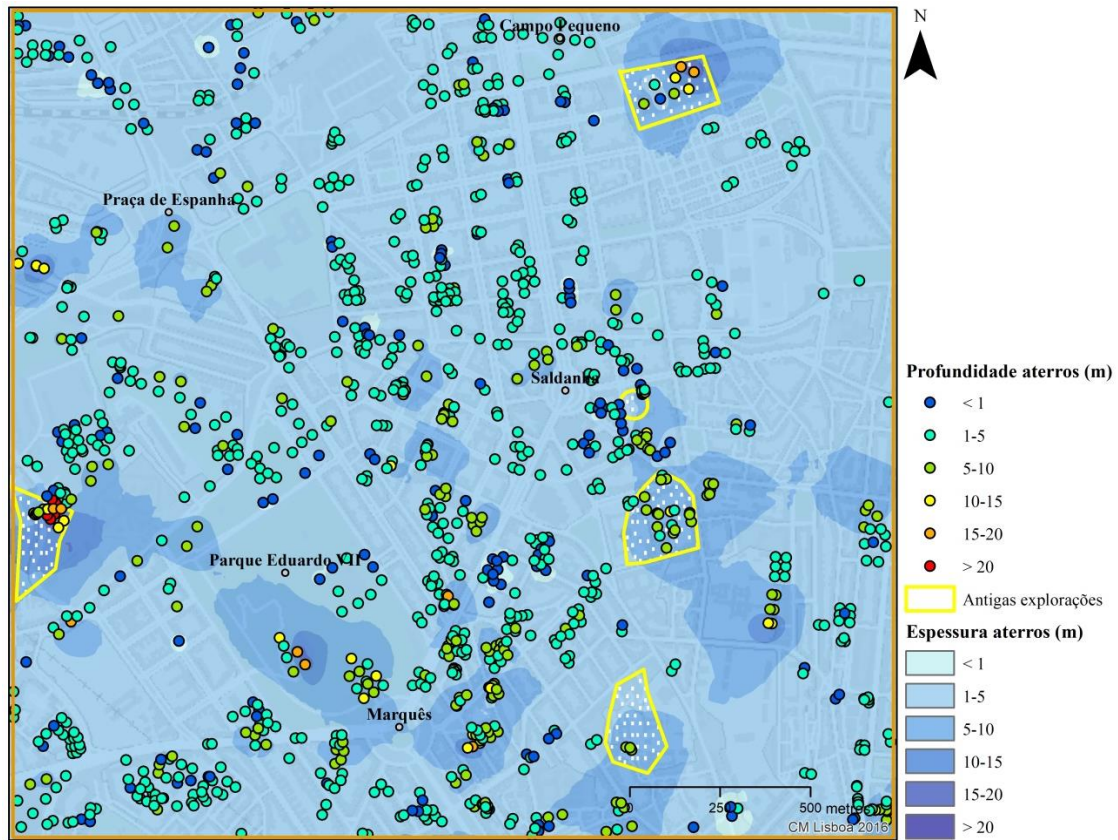




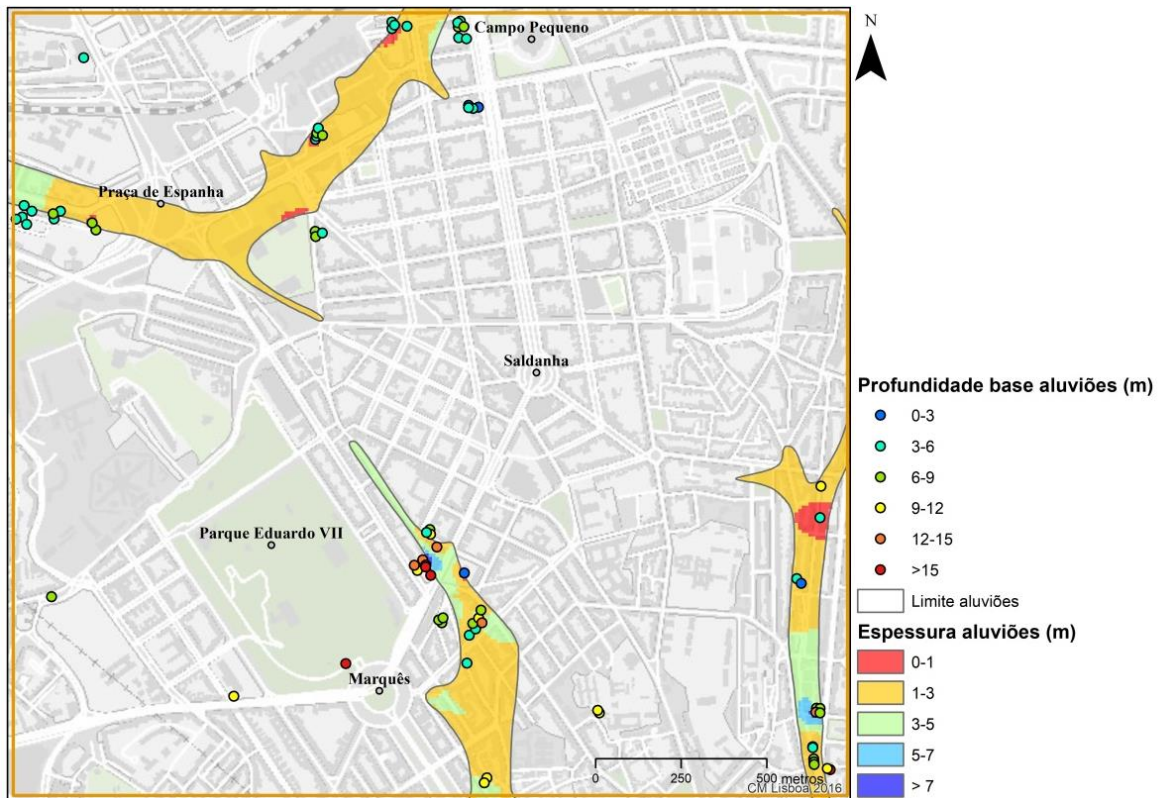
**Figura 8.49.** Carta Derivada: Espessura de depósitos de cobertura: *Aterros* – AP5  
(Fonte: Pais *et al.*, 2006; GeoSIG; Servidor de dados da CML)



**Figura 8.50.** Carta Derivada: Espessura de depósitos de cobertura: *Aluviões* – AP5  
(Fonte: Pais *et al.*, 2006; GeoSIG; Servidor de dados da CML)



**Figura 8.51.** Carta Derivada: Espessura de depósitos de cobertura: *Aterros* – AP6  
(Fonte: Pais *et al.*, 2006; GeoSIG; Servidor de dados da CML)



**Figura 8.52.** Carta Derivada: Espessura de depósitos de cobertura: *Aluviões* – AP6  
(Fonte: Pais *et al.*, 2006; GeoSIG; Servidor de dados da CML)

Da observação das cartas anteriores constata-se que, de um modo geral, as maiores espessuras de aterros se encontram associadas a zonas de antigas explorações de recursos naturais, posteriormente preenchidas, como se verifica nas AP1, AP5 e AP6. Verificam-se igualmente maiores espessuras de aterros nas zonas que sofreram processos de modelação de terras no âmbito de novas construções, como por exemplo na AP3, ou em zonas de reconversão urbana, como na AP4. As maiores espessuras na AP2 distribuem-se por toda a zona, com maior expressão na zona do Esteiro, o que materializa os materiais provenientes dos escombros do terramoto de 1755, que serviram igualmente para subida de cota da zona.

No que se refere aos materiais aluvionares, as maiores espessuras encontradas estão associadas às antigas linhas de água, como por exemplo: foz da Ribeira de Alcântara (AP1), nas antigas Ribeira de Arroios, Vale do Pereiro e Esteiro da Baixa (AP2), Ribeira de Chelas (AP3) e bacia do Campo Grande (AP5).

As zonas piloto que confrontam com o rio Tejo apresentam maior espessura de aluviões do que as restantes, o que se pode dever à presença das aluviões do Tejo, nas margens, e ao contributo dos sedimentos das ribeiras e do rio, na foz.

### **8.3.3. Unidades Geotécnicas**

Na classificação de unidades geotécnicas optou-se pelo seu agrupamento com base na composição litológica predominante, em regra associada à designação estratigráfica (IAEG, 1976). Tal não significa que, para além da litologia mencionada e que em geral predomina, não existam outras, talvez menos representadas, mas que poderão ter um papel importante na definição do comportamento geotécnico do terreno. Deverá, portanto, atribuir-se às unidades geotécnicas estabelecidas, um carácter de sistematização funcional e às referências que lhes são atribuídas um carácter genérico.

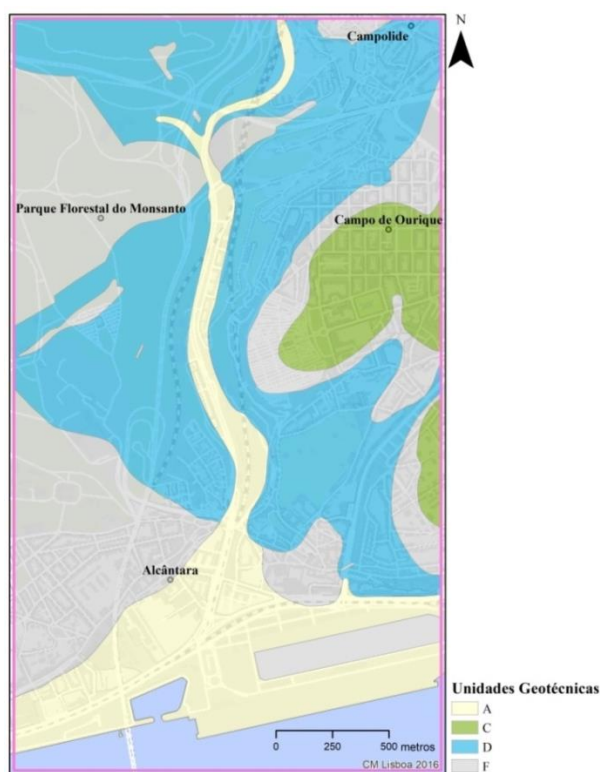
À informação litológica base foram adicionadas as características geotécnicas dos terrenos, estimadas a partir de processos de inquirição aos relatórios geológicos/ geotécnicos, disponíveis na BD GeoSIG, e analisados no SIGC desenvolvido.

À escala do presente estudo, dada a variabilidade de características das diversas formações e a especificidade da documentação técnica disponível, visando essencialmente o suporte aos projetos de edificação, existem importantes lacunas de informação, nomeadamente a inexistência de ensaios que permitam a quantificação dos parâmetros de resistência e

deformabilidade dos maciços e o estabelecimento de correlações com os parâmetros geotécnicos correntes.

Esta situação é mais marcante no que se refere às coberturas de aterros e aluviões e às zonas mais superficiais dos terrenos miocénicos. Deverá, portanto, entender-se que a sistematização geotécnica apresentada, estabelecida numa base essencialmente qualitativa, teve em consideração a experiência e a observação da evolução urbana da zona.

Com exceção da AP2, AP5 e AP6 onde se individualizaram cinco ou mais unidades geotécnicas, nas restantes áreas piloto estabeleceram-se apenas quatro, que são descritas em seguida. As Figuras 8.53 a 8.58 retratam as unidades geotécnicas definidas em cada área piloto.



**Figura 8.53.** Carta Derivada: Unidades geotécnicas – AP1  
(Fonte: Pais *et al.*, 2006; GeoSIG; Servidor de dados da CML)

Na AP1 – Figura 8.53, foram definidas 4 unidades geotécnicas:

- A – Engloba as unidades Aterros e Aluviões;
- C – Corresponde à unidade Argilas de Prazeres;
- D – Agrega a Formação de Bica e Formação de Caneças;
- F – Corresponde à unidade Complexo Vulcânico de Lisboa.



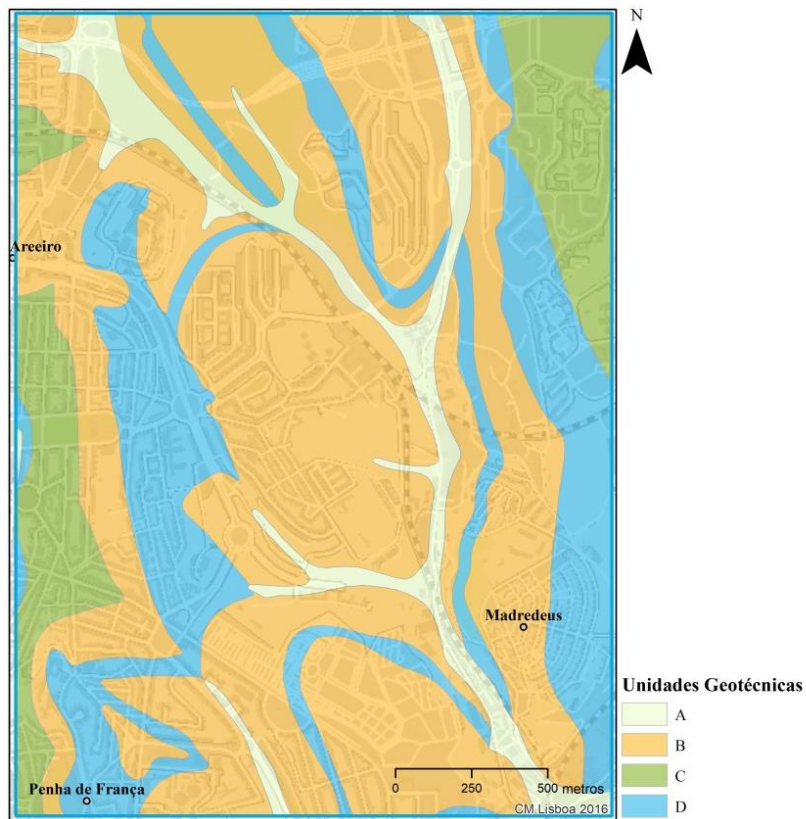
**Figura 8.54.** Carta Derivada: Unidades geotécnicas – AP2  
(Fonte: Pais *et al.*, 2006; GeoSIG; Servidor de dados da CML)

Na AP2 (Figura 8.54.), definiram-se as seguintes unidades geotécnicas:

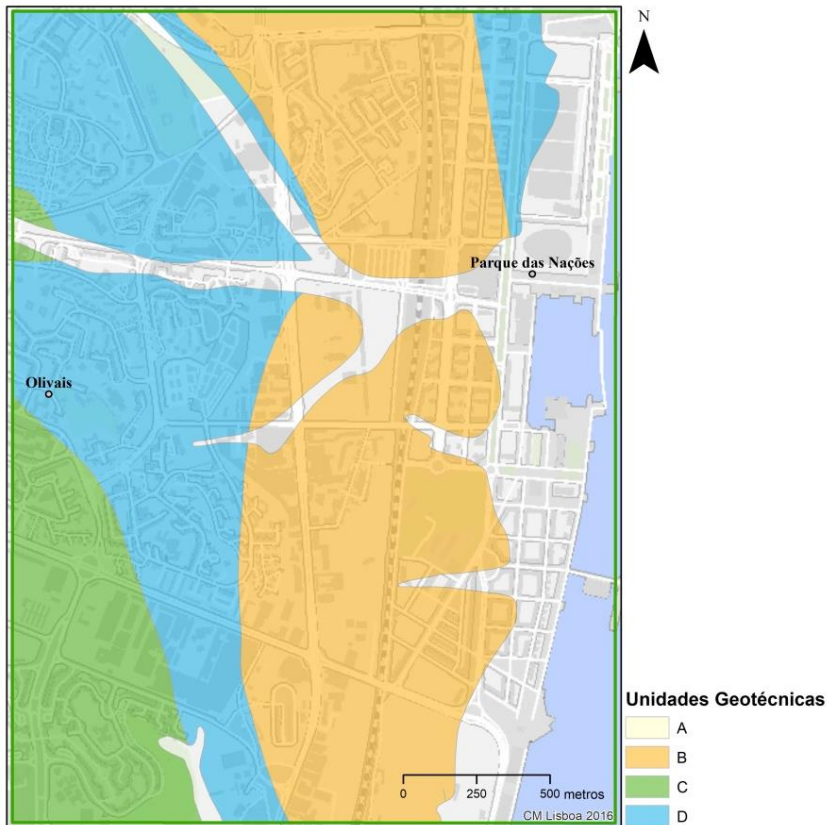
- A – Engloba as unidades Aterros e Aluviões;
- B – Agrega as unidades Areolas de Estefânia, Areias de Quinta do Bacalhau e Areias com *Placuna miocenica*;
- C – Engloba as unidades Argilas de Prazeres e Argilas de Forno do Tijolo;
- D - Agrega a Formação de Bica e Calcários de Entrecampos;
- F – Corresponde à unidade Complexo Vulcânico de Lisboa.

Na AP3 – Figura 8.55, definiram-se as seguintes unidades geotécnicas:

- A – Engloba as unidades Aterros e Aluviões;
- B – Agrega as unidades Areias de Quinta do Bacalhau, Areias com *Placuna miocenica* e Areias de Vale de Chelas;
- C – Engloba as unidades Argilas de Forno do Tijolo e Argilas de Xabregas;
- D - Agrega as unidades Calcários de Casal Vistoso, Calcários de Musgueira, Calcários de Quinta das Conchas e Grés dos Grilos.



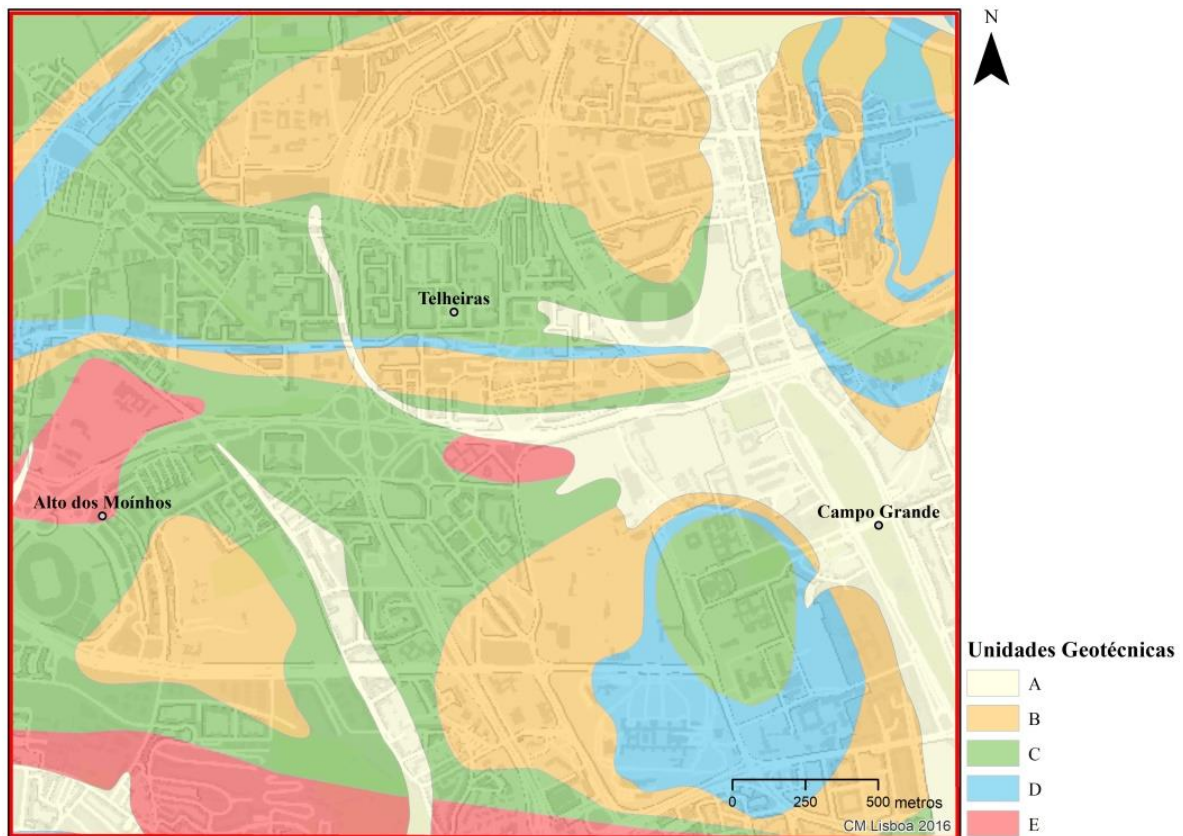
**Figura 8.55.** Carta Derivada: Unidades geotécnicas – AP3  
(Fonte: Pais *et al.*, 2006; GeoSIG; Servidor de dados da CML)



**Figura 8.56.** Carta Derivada: Unidades geotécnicas – AP4  
(Fonte: Pais *et al.*, 2006; GeoSIG; Servidor de dados da CML)

Na AP4 (Figura 8.56), definiram-se as seguintes unidades geotécnicas:

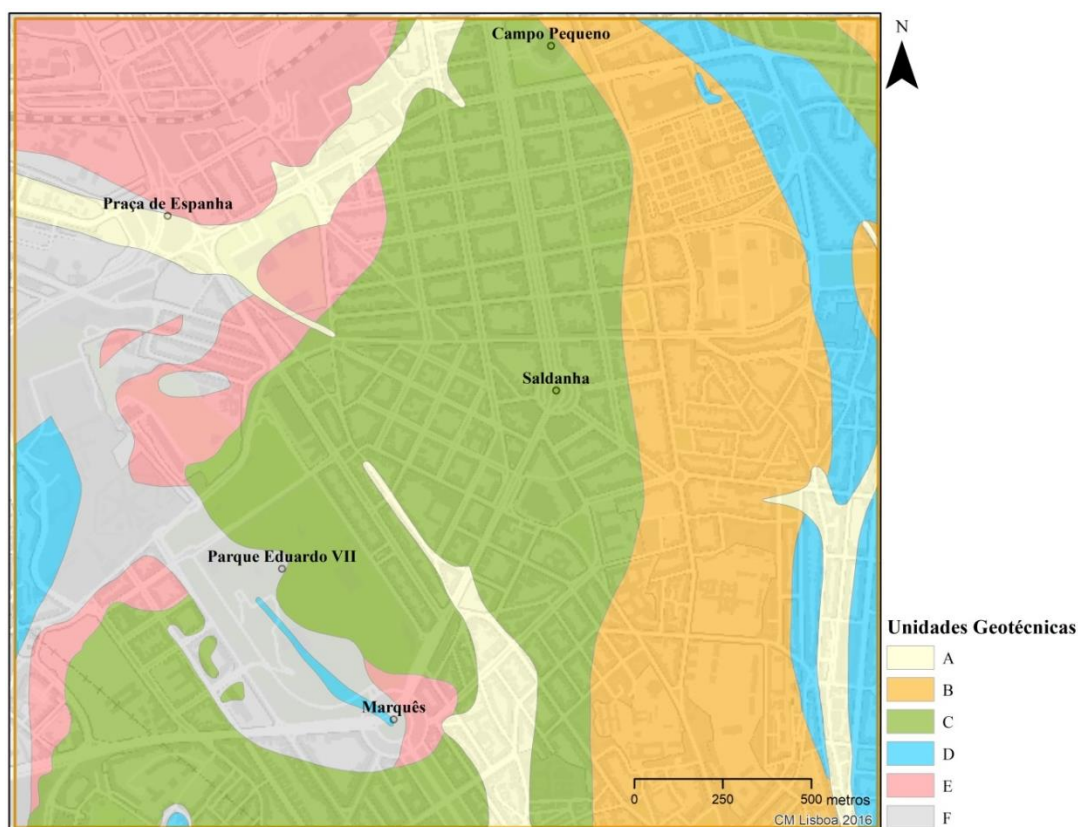
- A – Engloba as unidades Aterros e Aluviões;
- B – Agrega as unidades Areolas de Braço de Prata e Areolas de Cabo Ruivo;
- C – Corresponde à unidade Argilas de Xabregas;
- D - Agrega as unidades Calcários de Marvila e Grés dos Grilos.



**Figura 8.57.** Carta Derivada: Unidades geotécnicas – AP5  
(Fonte: Pais *et al.*, 2006; GeoSIG; Servidor de dados da CML)

Na AP5 (Figura 8.57), definiram-se as seguintes unidades geotécnicas:

- A – Engloba as unidades Aterros e Aluviões;
- B – Agrega as unidades Areolas de Estefânia, Areias de Quinta do Bacalhau e Areias com Placuna *miocenica*;
- C – Engloba as unidades Argilas de Prazeres e Argilas de Forno do Tijolo;
- D - Agrega as unidades Calcários de Entrecampos, Calcários de Casal Vistoso e Calcários de Musgueira;
- E – Corresponde à Formação de Benfica.



**Figura 8.58.** Carta Derivada: Unidades geotécnicas – AP6  
(Fonte: Pais *et al.*, 2006; GeoSIG; Servidor de dados da CML)

Na AP6 (Figura 8.58), definiram-se as seguintes unidades geotécnicas:

- A – Engloba as unidades Aterros e Aluviões;
- B – Agrega as unidades Areolas de Estefânia e Areias de Quinta do Bacalhau;
- C – Engloba as unidades Argilas de Prazeres e Argilas de Forno do Tijolo;
- D - Agrega as unidades Calcários de Entrecampos e Formação de Bica;
- E – Engloba as unidades Formação de Benfica;
- F – Agrega a unidade Complexo Vulcânico de Lisboa.

De seguida apresenta-se uma descrição das unidades geotécnicas estabelecidas.

Uma vez que a caracterização litológica das unidades foi efetuada em capítulos anteriores, nesta seção será dado destaque às características geotécnicas das formações que integram cada unidade geotécnica. Os valores de  $N_{SPT}$  considerados, são os obtidos diretamente através dos ensaios analisados, conforme Capítulo 7.



No que se refere às condições de escavabilidade e de fundação, optou-se pela não apresentação de considerações desta ordem, atendendo, não só à escala do trabalho como, principalmente às variáveis associadas a esse dimensionamento, designadamente a categoria geotécnica da obra, o tipo de materiais geológicos interessados, a incerteza geológica e, fundamental em contexto urbano, a caracterização da envolvente, nomeadamente a existência de outras estruturas e infraestruturas que possam impor condicionalismos à execução dos trabalhos.

### **Unidade Geotécnica A**

Esta unidade geotécnica engloba as formações de cobertura, designadamente Aterros e Aluviões.

De um modo geral, os terrenos incluídos nesta unidade geotécnica não oferecem condições satisfatórias para a maioria das solicitações que se colocam ao nível da edificação urbana.

Os depósitos de aterros exibem compacidade baixa a média, com fraca e irregular capacidade resistente e acentuada deformabilidade.

A média da espessura destes materiais nas diversas áreas piloto é de 3.8m e a média do resultado de  $N_{SPT}$  é igual a 11.

As aluviões são solos de consistência e compacidade reduzida. As suas características geomecânicas são desfavoráveis, exibindo reduzida capacidade resistente e elevada deformabilidade. A média dos valores de  $N_{SPT}$  nas diversas áreas piloto é da ordem das 13 pancadas, valores acima do esperado para a unidade.

A média das espessuras obtidas nas áreas piloto ronda 8,1m.

### **Unidade Geotécnica B**

Engloba as formações arenosas miocénicas, designadamente Areolas de Estefânia, Areias de Quinta do Bacalhau, Areias com *Placuna miocenica*, Areias de Vale de Chelas, Areolas de Braço de Prata e Areolas de Cabo Ruivo.

De acordo com a informação disponível considerou-se que estes estratos são caracterizados pela predominância de terrenos arenosos, de granulometria variável. Apresentam com

frequência, intercalações de níveis de calcários ou calcarenitos, por vezes fossilíferos (cascões), de espessura muito variável e distribuição espacial errática.

Nos locais onde estas formações ocorrem mais superficialmente exibem, em consequência dos fenómenos de descompressão, compacidade média, traduzida em valores de  $N_{SPT}$  da ordem de 10 a 30. Em profundidade, estes terrenos apresentam em regra compacidade mais elevada, com valores de  $N_{SPT}$  da ordem de 30 a  $\geq 50$ . A presença de intercalações de níveis calcareníticos ao longo de toda a formação conduz, pontualmente, a valores de  $N_{SPT}$  iguais a 60, independentes da profundidade.

### **Unidade Geotécnica C**

Engloba as formações argilosas miocénicas, designadamente Argilas de Prazeres, Argilas de Forno do Tijolo e Argilas de Xabregas.

De acordo com a informação disponível, nestas unidades predominam terrenos silto-argilosos, argiloso, margas, arenitos argilosos ou margosos e intercalações carbonatadas finas. Nalguns casos ocorrem níveis mais arenosos.

De um modo geral, quando constituindo afloramentos *in situ*, estas formações exibem consistência muito dura a rijá, e elevada resistência mecânica conduzindo a valores de  $N_{SPT}$  superiores a 30 nas zonas mais superficiais passando, em profundidade, para valores superiores.

A reutilização destes materiais é em regra condicionada pela presença de elevada percentagem de finos, que as torna menos recomendáveis na aplicação em aterros. No entanto, após caracterização geotécnica poderão ser definidos eventuais domínios de aplicação.

### **Unidade Geotécnica D**

Engloba as unidades carbonatadas cretácicas e miocénicas, da base para o topo, Formação de Caneças, Formação de Bica, Calcários de Entrecampos, Calcários de Casal Vistoso, Calcários de Musgueira, Calcários de Quinta das Conchas, Grés dos Grilos e Calcários de Marvila.

As unidades estratigráficas que se englobam neste grupo têm como característica comum o predomínio de litologias rochosas carbonatadas, tais como os calcarenitos, arenitos (grés)

calcários, calcários fossilíferos, lumachelas, etc., de cores esbranquiçada ou amarelada. Ocorrem em bancadas ou níveis de espessura métrica variável, com importante variação lateral, alternando por vezes com níveis de areias finas siltosas (areolas), argilas arenosas ou siltosas. Estes últimos têm expressão mais reduzida no conjunto do estrato.

Quando aflorantes, estas bancadas constituem em geral o topo das cornijas ou dos taludes mais elevados. Nas vertentes a sua presença constitui uma estrutura estabilizadora, frequentemente associada a fenómenos de erosão diferencial.

Exibem em regra elevada resistência mecânica, conduzindo a valores de  $N_{SPT}$  iguais ou superiores a 50, com frequência igual a 60. A alternância litológica pode determinar variações de resistência ao longo da unidade, no entanto, no seu conjunto é muito elevada.

Nas formações carbonatadas cretácicas a resistência mecânica é muito elevada sendo a percentagem de recuperação em geral superior a 95%.

### **Unidade Geotécnica E**

Esta unidade geotécnica engloba a Formação de Benfica.

É composta por solos sobreconsolidados, predominantemente grosseiros, mas com fácies argilosa significativa. A presença de argilas expansivas contribui para a elevada plasticidade destes solos (Almeida, 1991; Santos, 2017).

Os ensaios  $N_{SPT}$  realizados nesta unidade permitem considerar que apresenta elevada resistência, em resultado da presença de elementos mais grosseiros, mas também devido ao elevado grau de sobreconsolidação.

### **Unidade Geotécnica F**

Esta unidade geotécnica engloba os estratos associados ao Complexo Vulcânico de Lisboa.

Estes materiais apresentam comportamento geotécnico muito diferenciado. Nas áreas em estudo e nas diversas sondagens que foram analisadas, é reconhecida a presença de rocha de natureza basáltica com um grau de fraturação e alteração variável, em geral mais acentuada nos níveis mais superficiais do maciço.

A capacidade resistente do Complexo Vulcânico de Lisboa é variável no seu conjunto, podendo ser reduzida nos níveis intercalares de argilas e margas, tufos ou nos vulcanosedimentares.

A diferença de comportamento geotécnico, em termos de ensaios SPT, entre os materiais de cobertura e o substrato é mais significativa que a que se verifica entre as várias formações, quer no que se refere à distribuição global quer à distribuição em profundidade.

A distribuição em profundidade é condicionada pela história geológica, incluindo génese, litologia, processos de diagénese, consolidação e descompressão, associada à erosão dos terrenos sobrejacentes. No caso dos terrenos do substrato, fortemente sobreconsolidados, a análise da variação da compacidade e/ou consistência em profundidade evidencia o efeito da descompressão superficial.

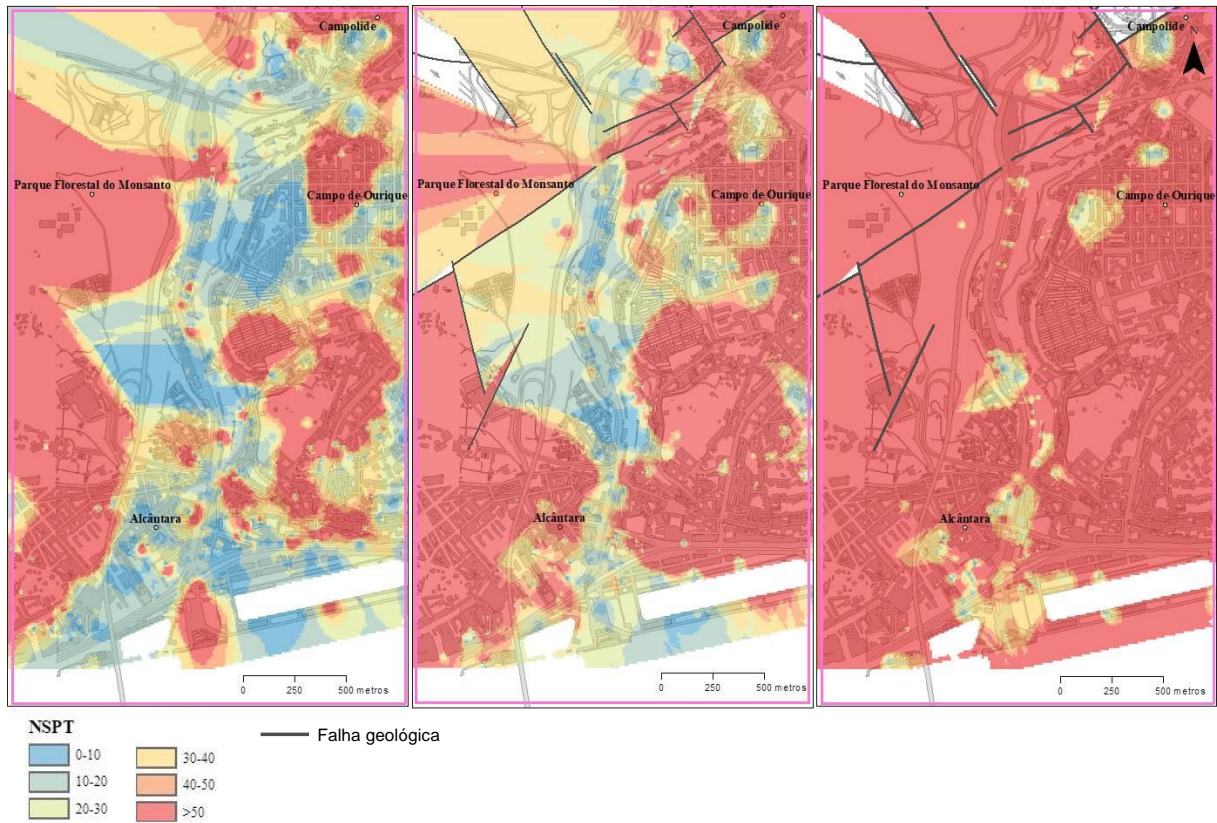
Tendo em vista a avaliação da influência da profundidade e da distribuição espacial resultante da estrutura geológica, procedeu-se à modelação da distribuição dos valores de  $N_{SPT}$  a diferentes profundidades, utilizando o interpolador IDW (3D Analyst Tools / Raster Interpolation/IDW) (Sharman e Rahman, 2016).

Para cada área piloto foram modeladas três superfícies: 0-4 m, 4-8 m e > 8 m.

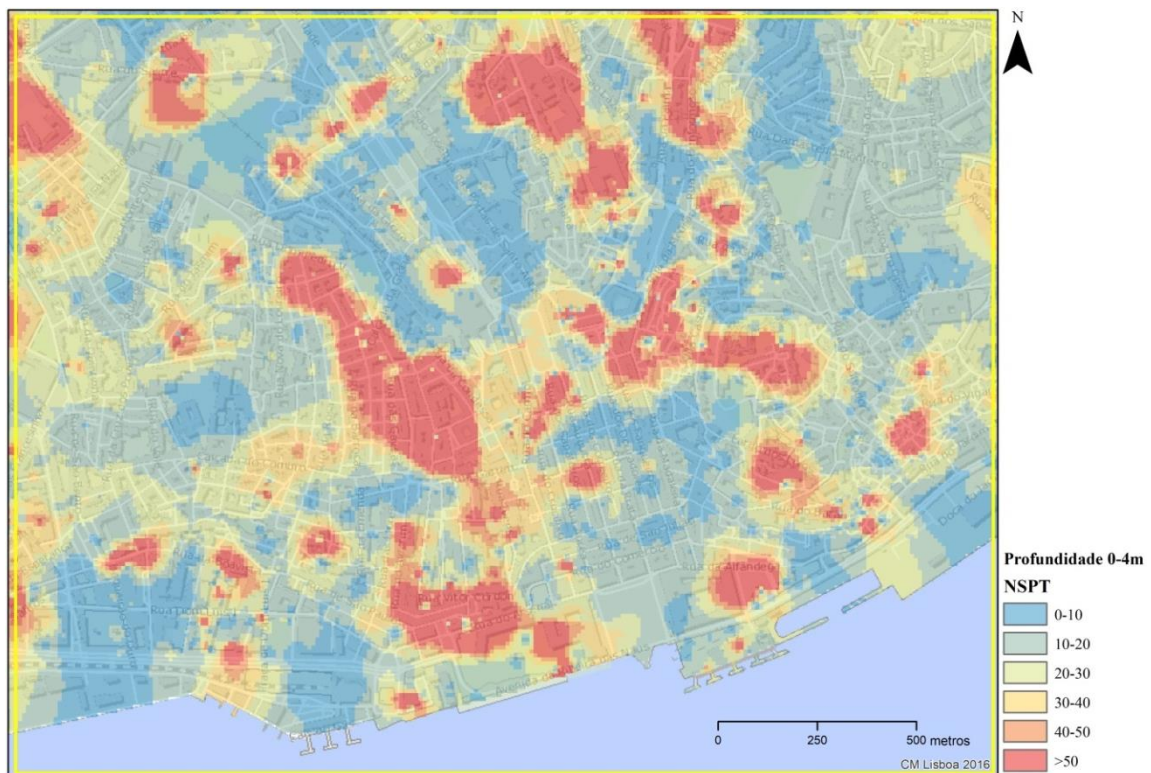
Na interpolação das superfícies 4-8 m e > 8m foi imposta a barreira das falhas geológicas.

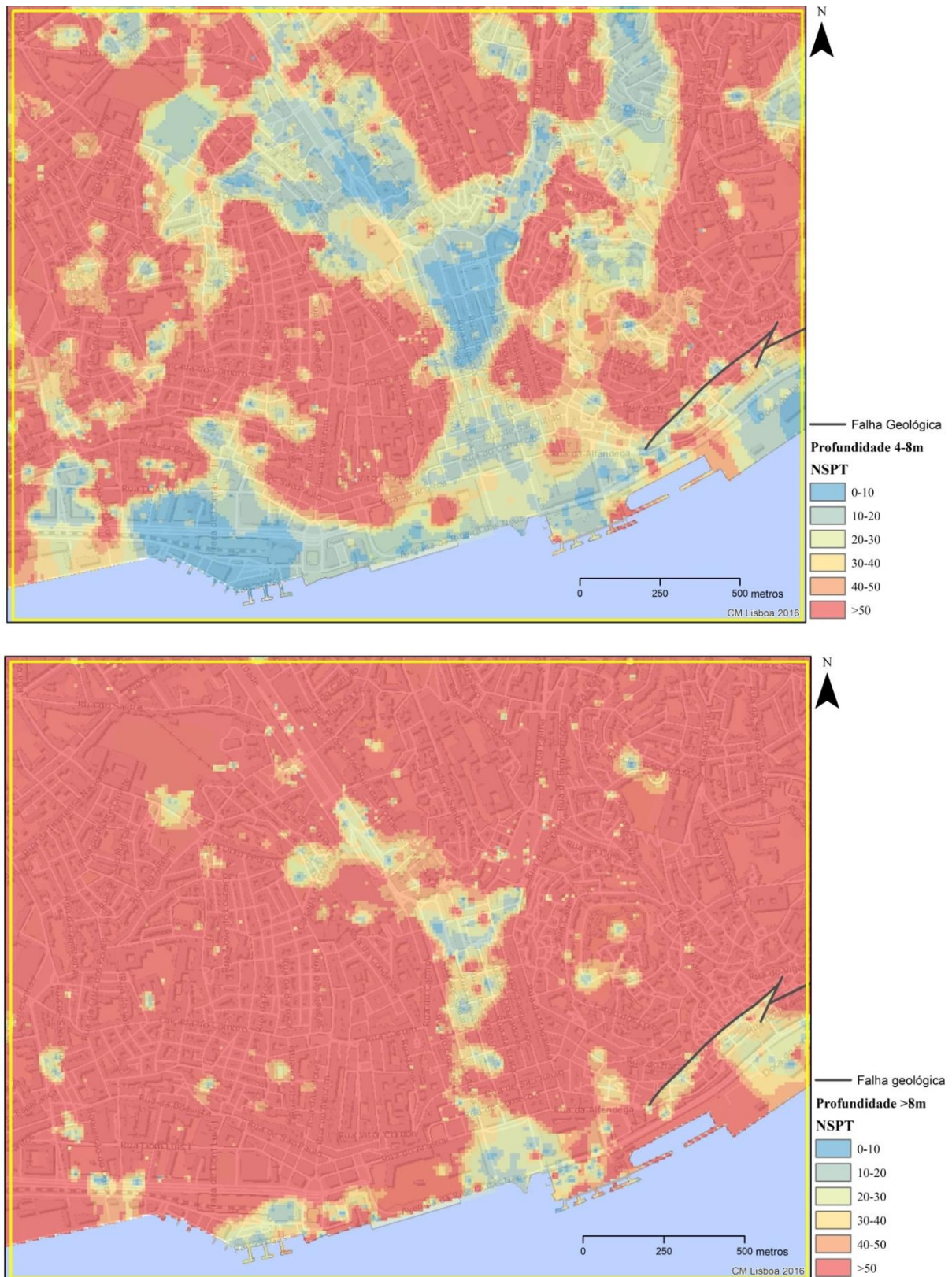
Nas AP1, AP2 e AP4, e uma vez que confrontam com o rio Tejo e não há informação para além do limite terrestre do concelho, o output final foi cortado por esse limite, usando para o efeito a ferramenta Extract by Mask (Spatial Analyst Tools / Extraction).

Os produtos cartográficos finais apresentam-se nas Figuras 8.59 a 8.64.

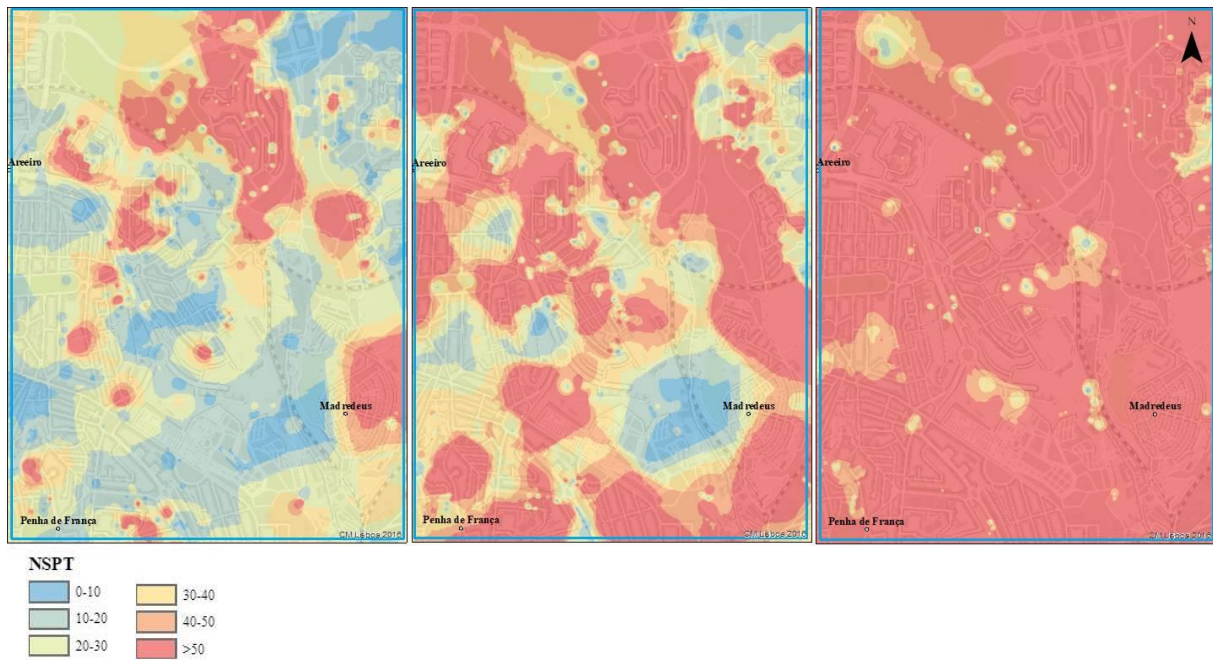


**Figura 8.59.** Carta derivada: Variação dos valores  $N_{SPT}$  com a profundidade – API (esquerda: profundidade 0-4m; centro: profundidade 4-8m; direita: profundidade > 8m) (Fonte: Pais *et al.*, 2006; GeoSIG; Servidor de dados da CML)

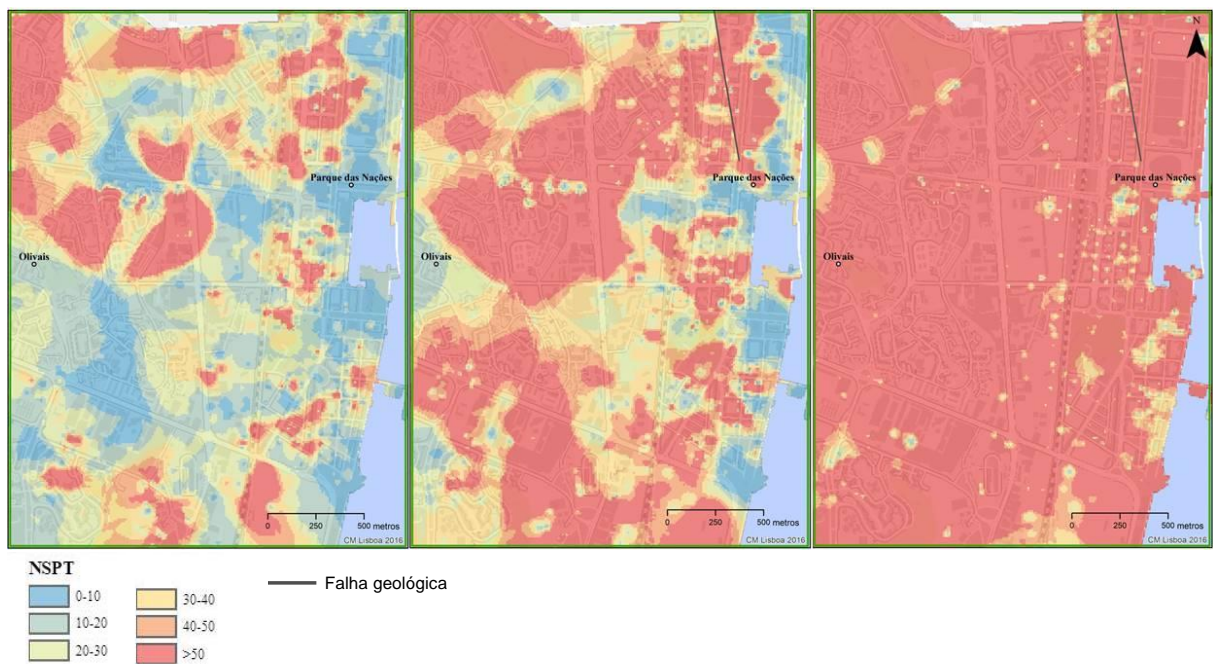




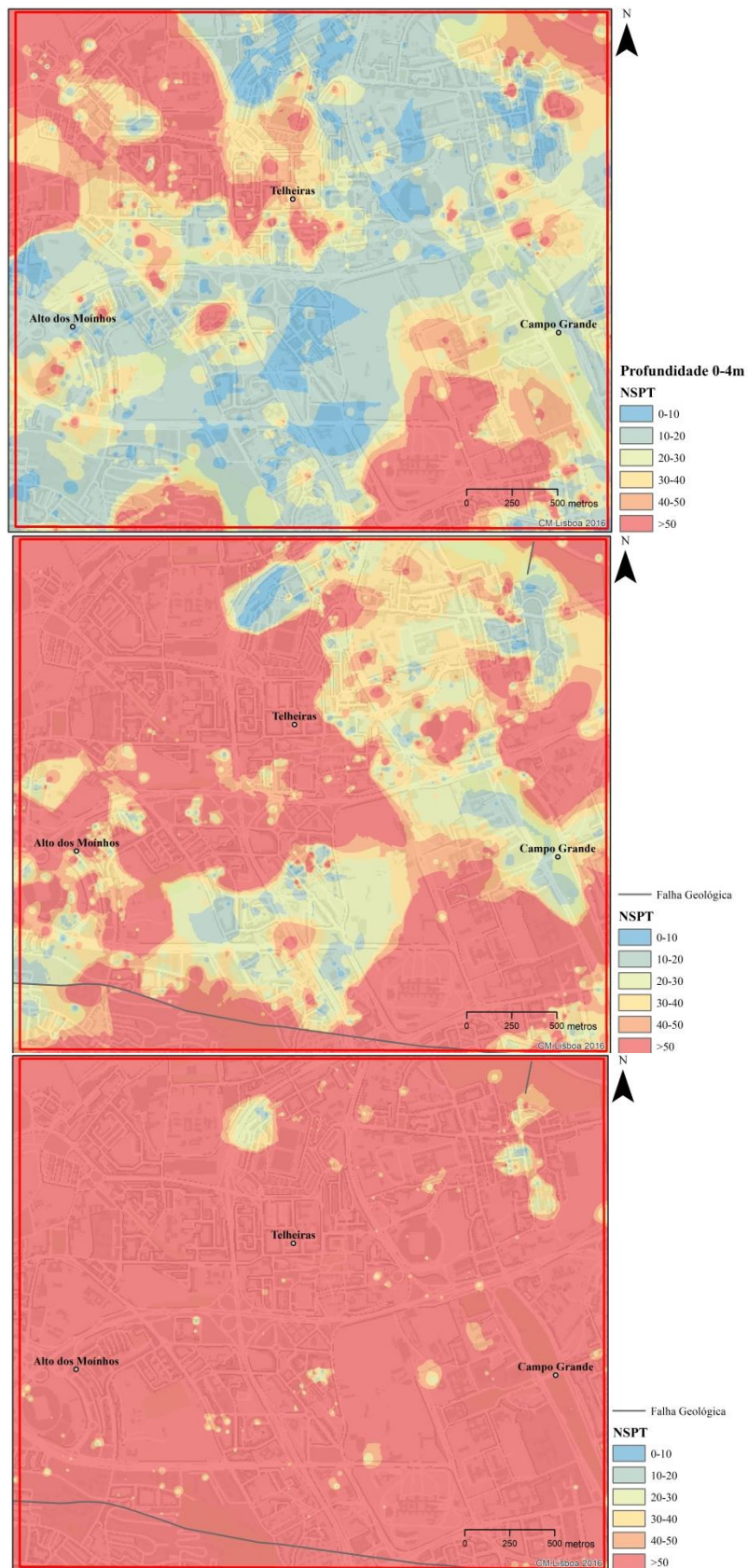
**Figura 8.60.** Carta derivada: Variação dos valores  $N_{SPT}$  com a profundidade – AP2 (topo: profundidade 0-4m; centro: profundidade 4-8m; base: profundidade > 8m) (Fonte: Pais *et al.*, 2006; GeoSIG; Servidor de dados da CML)



**Figura 8.61.** Carta derivada: Variação dos valores  $N_{SPT}$  com a profundidade – AP3 (esquerda: profundidade 0-4m; centro: profundidade 4-8m; direita: profundidade > 8m) (Fonte: Pais *et al.*, 2006; GeoSIG; Servidor de dados da CML)

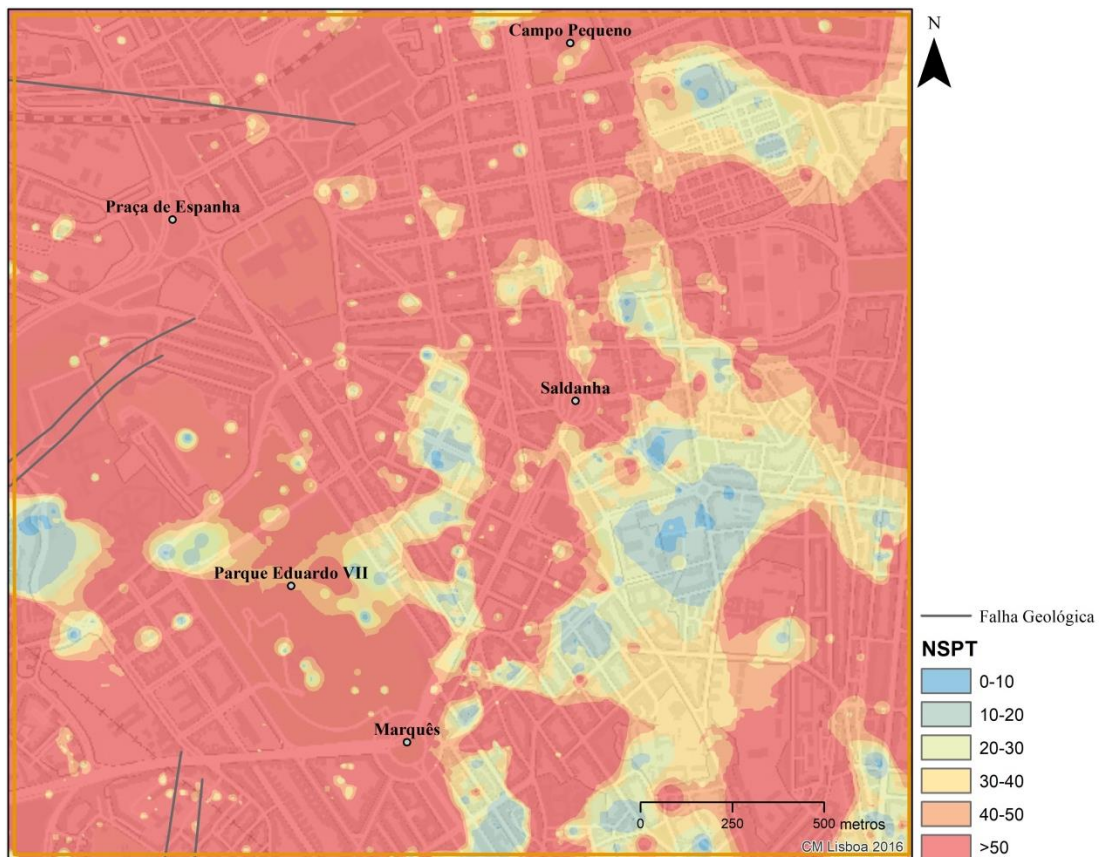
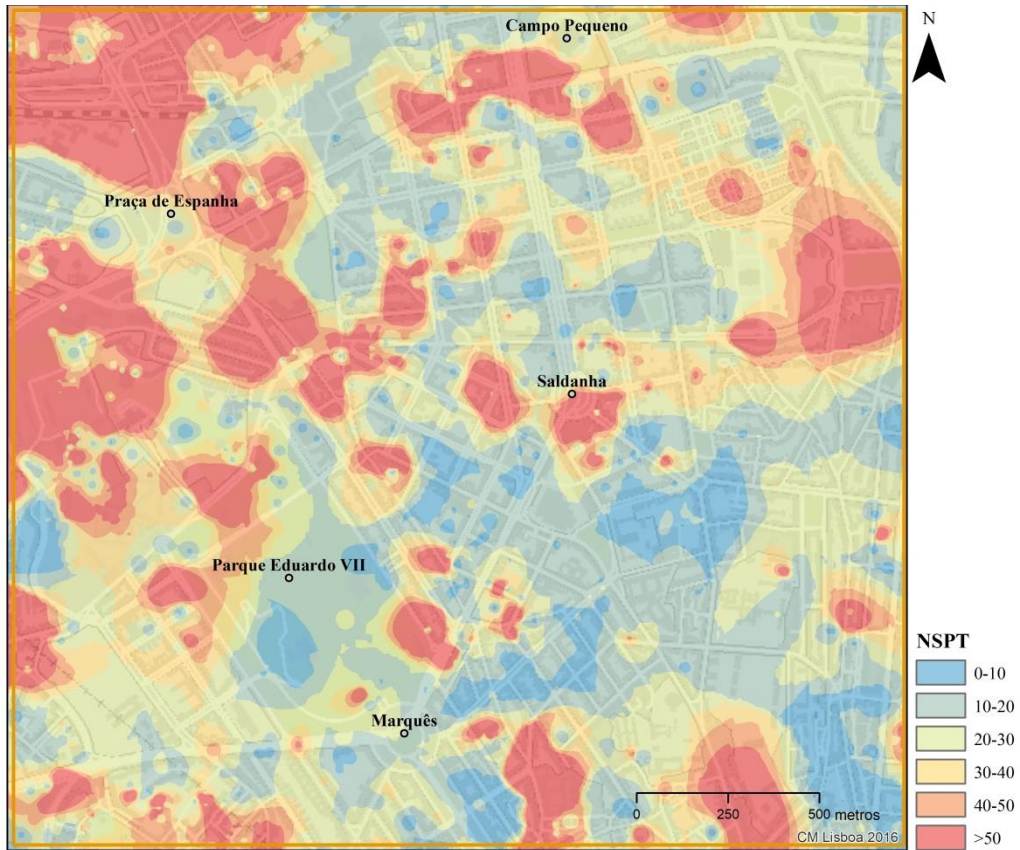


**Figura 8.62.** Carta derivada: Variação dos valores  $N_{SPT}$  com a profundidade – AP4 (esquerda: profundidade 0-4m; centro: profundidade 4-8m; direita: profundidade > 8m) (Fonte: Pais *et al.*, 2006; GeoSIG; Servidor de dados da CML)



**Figura 8.63.** Carta Derivada: Variação valores  $N_{SPT}$  com a profundidade – AP5 (topo: profundidade 0-4m; centro: profundidade 4-8m; base: profundidade > 8m) (Fonte: Pais *et al.*, 2006; GeoSIG; Servidor de dados da CML)







**Figura 8.64.** Carta derivada: Variação dos valores  $N_{SPT}$  com a profundidade – AP6 (topo: profundidade 0-4m; centro: profundidade 4-8m; base: profundidade > 8m) (Fonte: Pais *et al.*, 2006; GeoSIG; Servidor de dados da CML)

Os resultados obtidos permitem verificar que, a menor profundidade predominam os valores de  $N_{SPT}$  mais baixos enquanto que, à medida que a profundidade aumenta, esses valores vão aumentando, o que indica que o material apresenta maior resistência à medida que aumenta a profundidade. Os valores de  $N_{SPT}$  mais baixos, que ocorrem na faixa de profundidade intermédia integram os materiais de cobertura, bem como o topo mais descomprimido dos terrenos.

Em resumo, e no que se refere ao comportamento mecânico dos materiais, há globalmente uma melhoria com a profundidade. Este comportamento resulta também do aumento das tensões efetivas em profundidade (Matos Fernandes, 2011).

#### **8.4. Cartas síntese**

As cartas síntese resultam duma avaliação da relação entre os diversos fatores analisados e com a qual se obtém um zonamento preliminar em função do objetivo proposto.

Estes elementos devem, igualmente, representar os elementos naturais a proteger e definir áreas de aptidão ou restrição no uso do solo.

No âmbito da presente investigação, produziram-se as seguintes cartas síntese:

##### **a) Para fins múltiplos**

- Zonamento geotécnico

##### **b) Para fins específicos**

- Aptidão hidrogeológica
- Aptidão à construção

As cartas síntese *Zonamento geotécnico* e *Aptidão hidrogeológica* foram elaboradas a escalas médias, variáveis entre 1:15.000 ou 1:20.000 consoante a dimensão da área piloto.

A carta de *Aptidão à construção* foi elaborada a uma escala grande, 1:10.000.

Outras das cartas síntese geralmente apresentadas nos estudos consultados são as de perigosidade a riscos naturais, contudo a CML tem vindo a desenvolver cartografia, nos últimos anos, à escala do PDM, que abrange esta temática. Uma vez que as metodologias aplicadas nesses estudos são bastante detalhadas, tendo em conta vários fatores, considerou-se que não seria uma mais-valia realizar a sua análise simplificada no âmbito do presente estudo.

Embora os perigos naturais não tenham sido objeto de estudo no âmbito da presente Tese, dada a sua importância na aptidão à construção, esta condicionante é considerada na análise final apresentada e, para o efeito, utiliza-se a cartografia disponível na CML, nomeadamente a suscetibilidade à ocorrência de movimentos de massa em vertentes e tipo de solos, segundo o Eurocódigo 8 (EN 1998-1).

### **8.4.1. Zonamento Geotécnico**

O atual PDM não teve em conta aspetos de ordem geotécnica, principalmente porque essa informação, embora disponível, não se encontrava processada. Com a conclusão deste trabalho pode a CML vir a integrar esta informação, que constitui uma ferramenta fundamental no âmbito do planeamento e gestão urbana.

Visando o fornecimento de informação relativa à restrição/aptidão de ordem geotécnica ao desenvolvimento urbano, ainda que a uma escala pequena, foi elaborada a representação espacial, em intervalos de profundidade, da zona geotécnica 1 (ZG1 – Depósitos de Cobertura) e 4 (ZG4 - Firme). Estas zonas podem incluir mais do que uma unidade geotécnica.

Esta informação permite uma otimização das soluções, ainda numa fase de reconhecimento prévio, sendo uma ferramenta com potencial para apoio às equipas de projeto.

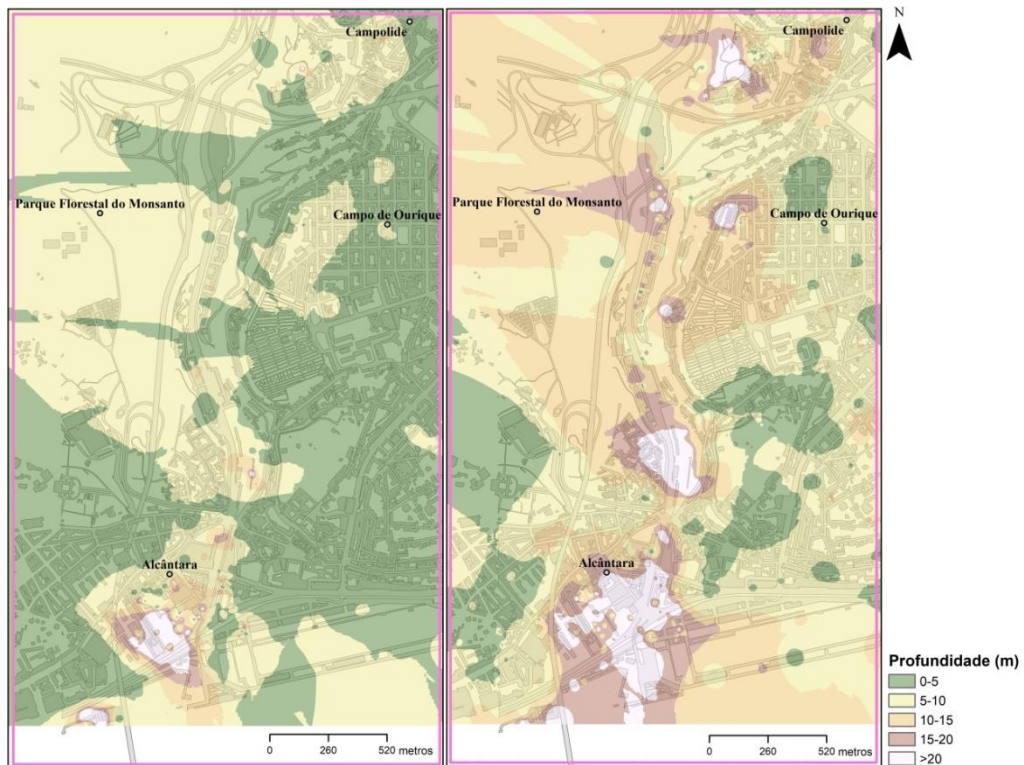
Considerou-se como ZG1 a zona mais superficial do maciço, considerando-se para este zonamento, valores de  $N_{SPT}$  inferiores ou iguais a 15 pancadas. Esta zona será a menos competente dos terrenos.

Para a definição da ZG4, consideraram-se os valores de  $N_{SPT}$  superiores a 50 pancadas. Esta zona materializará o firme.

A produção da cartografia das zonas geotécnicas teve por base a modelação da distribuição dos valores de  $N_{SPT}$  considerados, utilizando o interpolador IDW (3D Analyst Tools / Raster Interpolation/IDW), resultando em cartografia que materializa a profundidade da base da ZG1 e do topo da ZG4.

Este tipo de abordagem foi adotado em Lemos *et al.* (2011) e Dong *et al.* (2015).

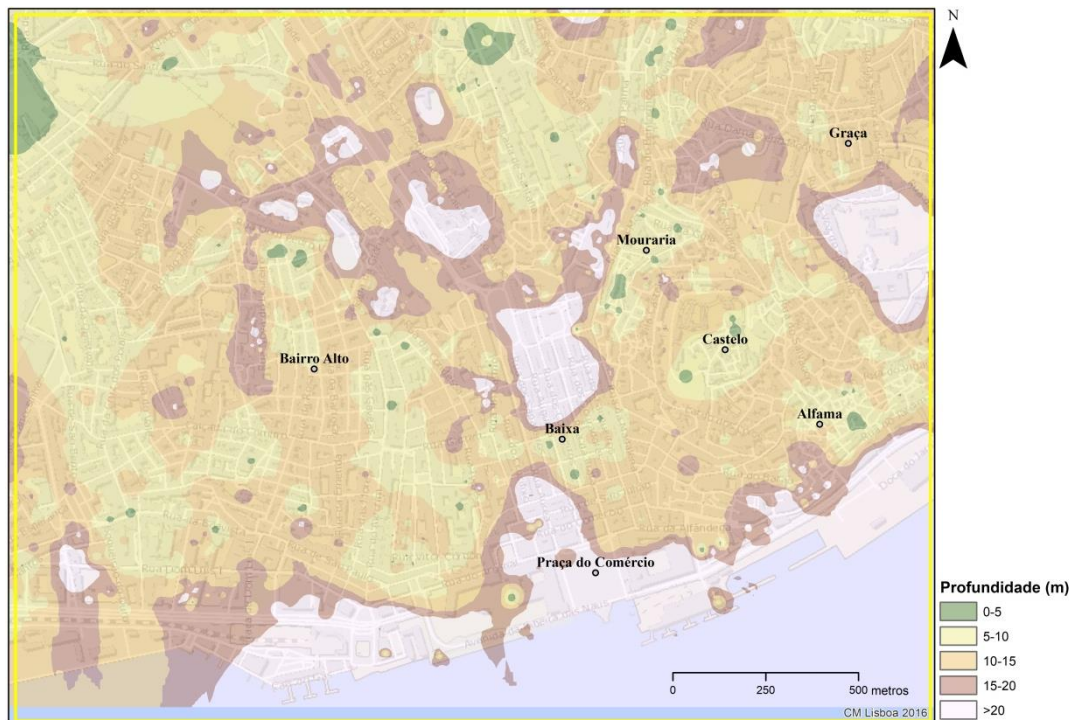
As Figuras 8.65 a 8.73 refletem a análise efetuada.



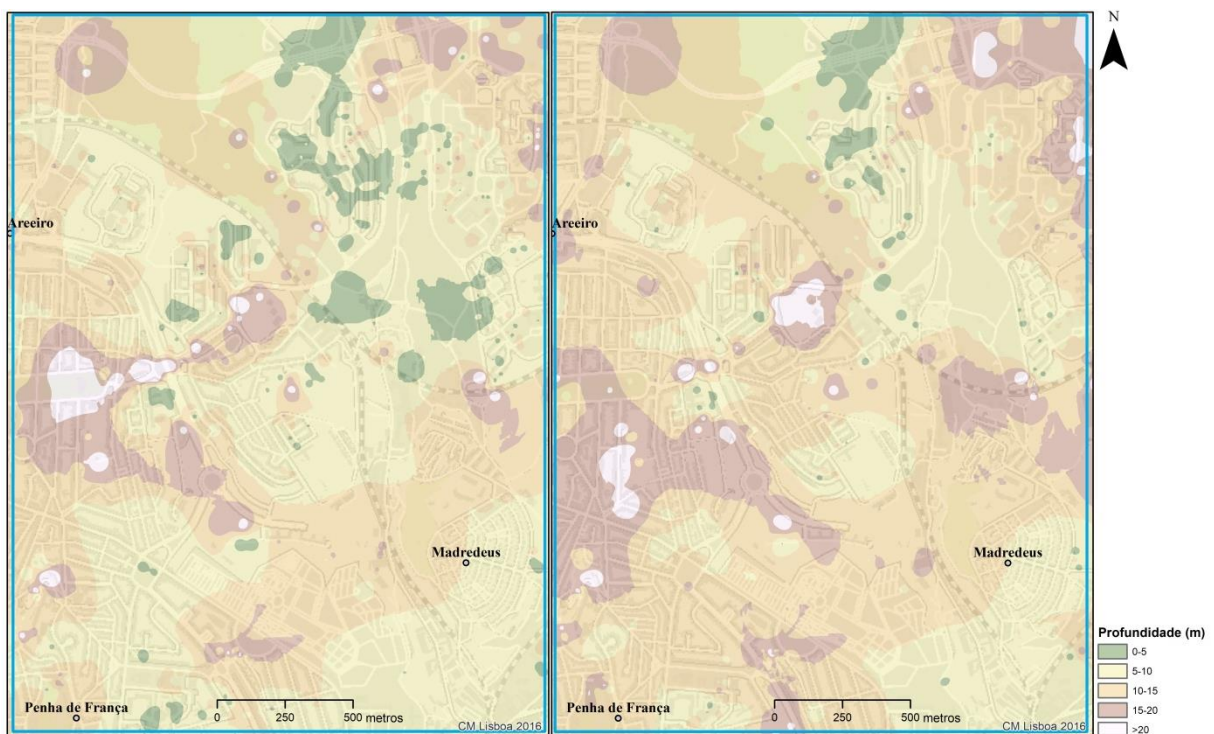
**Figura 8.65.** Carta síntese: Zonas geotécnicas – AP1  
(esquerda: ZG1; direita: ZG4)  
(Fonte: GeoSIG; Servidor de dados da CML)



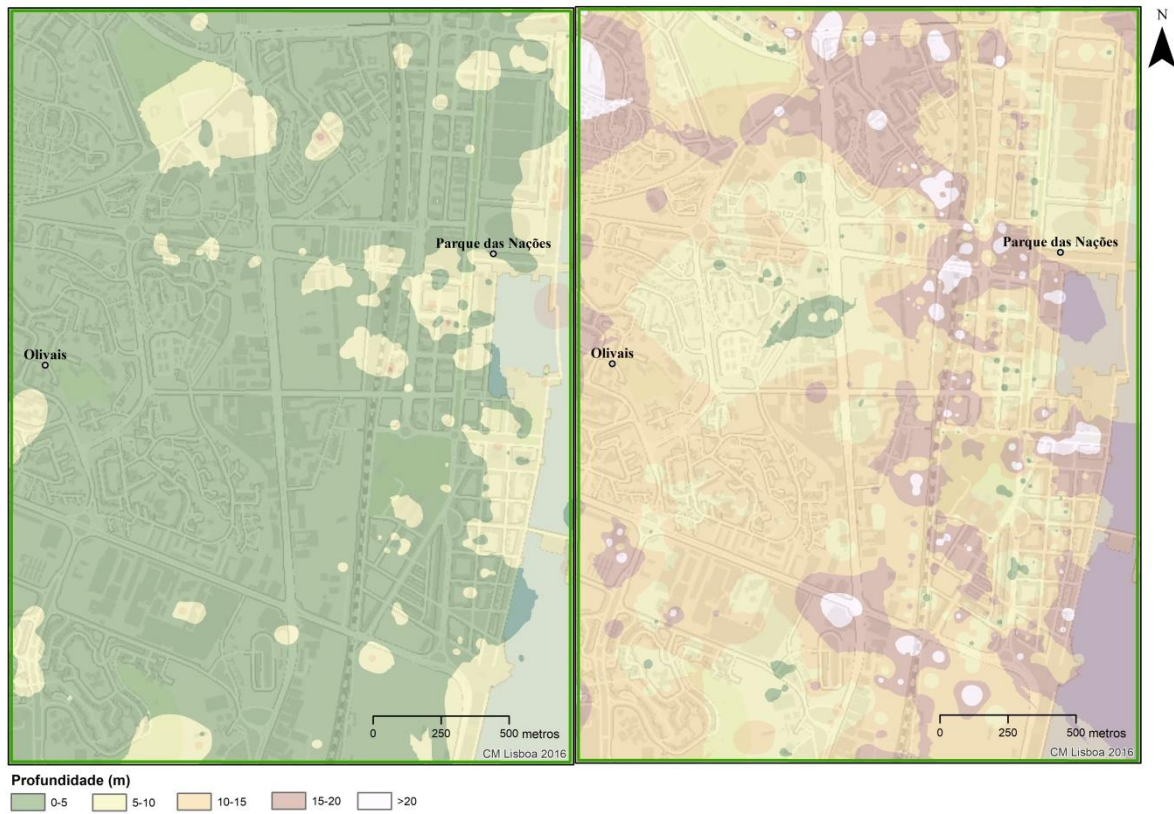
**Figura 8.66.** Carta síntese: ZG1 – AP2  
(Fonte: GeoSIG; Servidor de dados da CML)



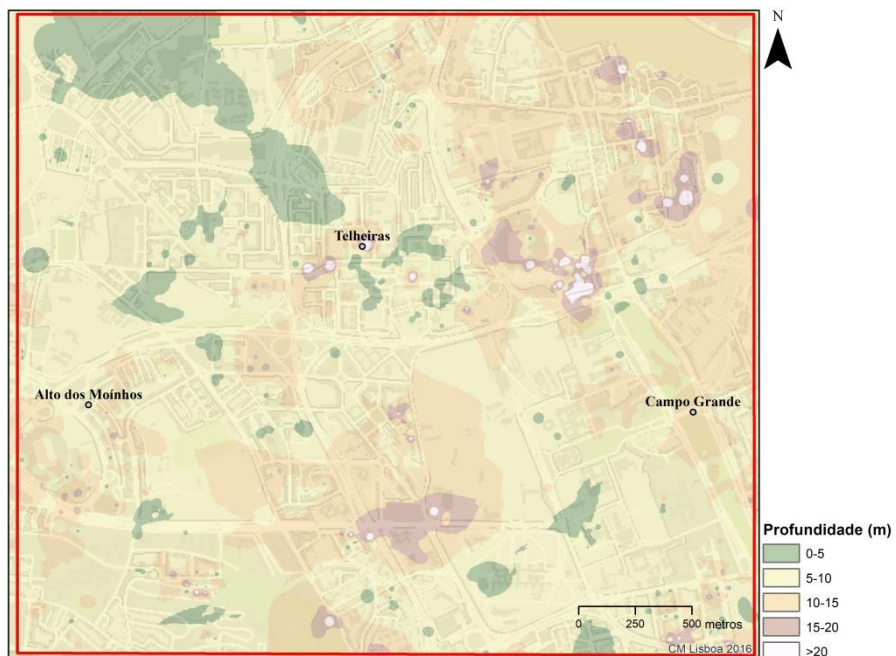
**Figura 8.67.** Carta síntese: ZG4 – AP2  
(Fonte: GeoSIG; Servidor de dados da CML)



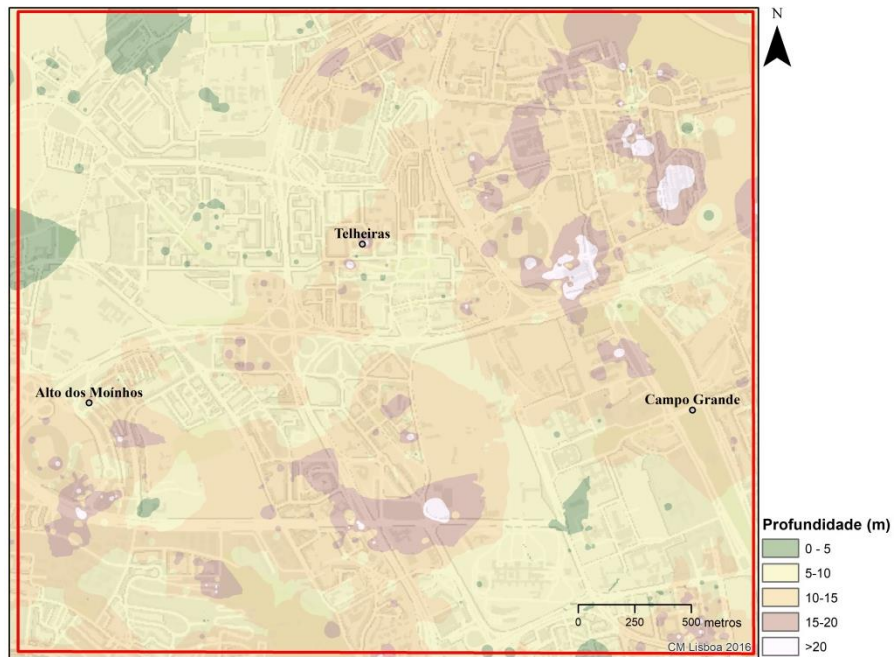
**Figura 8.68.** Carta síntese: Zonas Geotécnicas – AP3  
(esquerda: ZG1; direita: ZG4)  
(Fonte: GeoSIG; Servidor de dados da CML)



**Figura 8.69.** Carta síntese: Zonas Geotécnicas – AP4  
(esquerda: ZG1; direita: ZG4)  
(Fonte: GeoSIG; Servidor de dados da CML)



**Figura 8.70.** Carta síntese: ZG1 – AP5  
(Fonte: GeoSIG; Servidor de dados da CML)

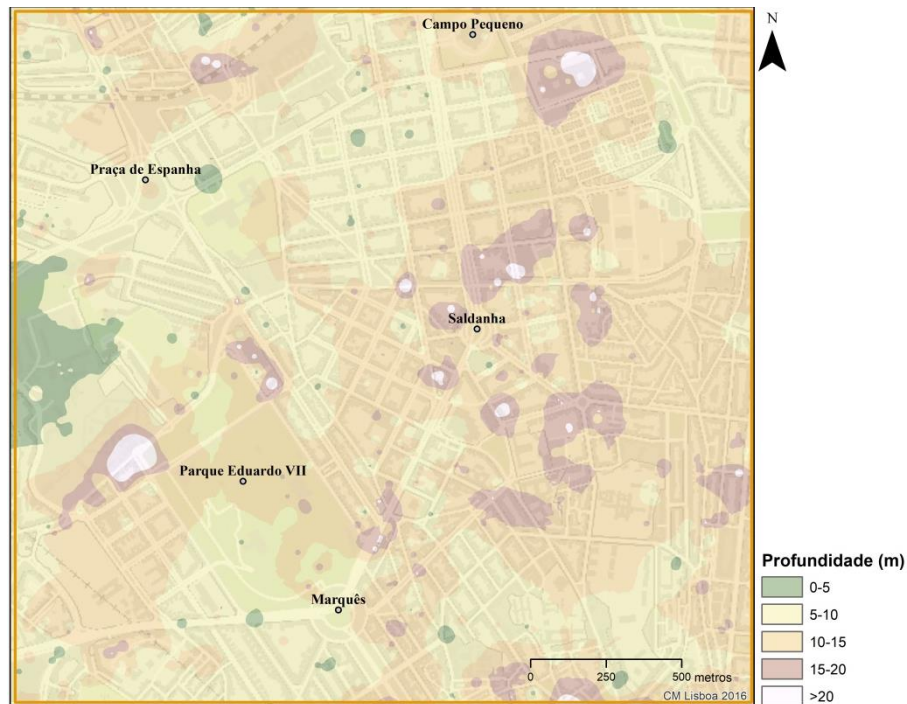


**Figura 8.71.** Carta síntese: ZG4 – AP5  
(Fonte: GeoSIG; Servidor de dados da CML)



**Figura 8.72.** Carta síntese: ZG1 – AP6  
(Fonte: GeoSIG; Servidor de dados da CML)





**Figura 8.73.** Carta síntese: ZG4 – AP6  
(Fonte: GeoSIG; Servidor de dados da CML)

Pela análise das figuras anteriores constata-se que, nas áreas piloto 2 e 4 a ZG1 situa-se a profundidades inferiores a 5m. Pontualmente, encontra-se a profundidade mais elevada, principalmente junto à zona ribeirinha.

Para as restantes áreas de estudo esta zona pode ocorrer até profundidades da ordem dos 10 m. Nestas situações, as intervenções em profundidade quase sempre obrigam à adoção de soluções de contenção periférica aquando os trabalhos de escavação, principalmente quando associadas à presença de água.

No que se refere à ZG4, verifica-se que nalgumas áreas piloto ocorre a profundidades mais superficiais, 5 m, como na AP1 e AP3.

Nas restantes áreas piloto, esta zona geotécnica ocorre a partir dos 10 m.

Contrariamente à situação anterior, o facto de a ZG4 ocorrer a menor profundidade constitui uma aptidão favorável do ponto de vista geotécnico.

Embora para uma fase de projeto seja necessário implementar uma campanha de prospeção específica e em função do objetivo proposto, esta análise é bastante relevante e permite otimizar a definição de locais a ocupar, visando a diminuição de custos construtivos.

### **8.4.2. Aptidão Hidrogeológica**

Os trabalhos de produção de cartografia geotécnica, em contexto urbano, que integraram cartografia de âmbito hidrogeológico, como por exemplo os trabalhos de Pinho (2010) e Gomes (2016), consistiram na representação espacial dos pontos de água, rede hidrográfica e espacialização das unidades hidrogeológicas.

Na maioria das situações esta análise incide também na gestão da vulnerabilidade a inundações ou quantificação de recursos para fins de abastecimento.

Na presente Tese considerou-se que a avaliação da aptidão hidrogeológica, nas áreas piloto, procurando promover condições para a recarga de aquíferos e, a preservação e identificação de zonas que possam constituir reservas estratégicas, caso haja necessidade face a cenários de recarga decorrentes das alterações climáticas, deve constituir um elemento cartográfico autónomo, tendo como finalidade o apoio à decisão no que diz respeito à gestão e planeamento das áreas de maior aptidão hidrogeológica.

Face ao indicado propõe-se uma metodologia que visa a combinação de alguns fatores, que se consideram influentes, à escala do trabalho, e que se discriminam de seguida:

- **Declive** – O declive tem um papel fundamental, uma vez que condiciona os fenómenos de escorrência e infiltração logo, face ao objetivo proposto é atribuída maior ponderação aos declives suaves. Face à elevada impermeabilização superficial, a infiltração de água no subsolo pode ocorrer nos espaços verdes e em alguns logradouros ainda disponíveis. Ainda que com as devidas adaptações, em função do objetivo proposto, adotaram-se as classes de declive definidas por Coelho (1980) e Silva (2003).
- **Qualificação do espaço urbano** – A ocupação do solo é um fator preponderante em qualquer análise, principalmente em contexto urbano. Face ao objetivo proposto foram atribuídas ponderações menores às zonas consolidadas, seguidas das zonas a consolidar com equipamento e/ou habitação. As zonas verdes e zonas a consolidar foram as classes com maior ponderação, uma vez que ainda permitem uma intervenção integrada em operações de planeamento urbano.
- **Complexos hidrogeológicos** – A classificação apresentada no decorrer do capítulo e referente à definição de complexos hidrogeológicos permite ponderar os complexos/sistemas com maior aptidão para a circulação profunda e armazenamento de água, face às suas características litológicas e estruturais.

- **Permeabilidade relativa dos solos** – Tal como o fator anterior, a permeabilidade relativa dos solos permite ponderar a aptidão das formações com base nas suas características litológicas e estruturais.

Para a elaboração da carta de síntese foi necessário proceder à conversão dos formatos vetoriais em formatos matriciais (*Conversion Tools/To Raster / Feature to Raster*). Uma vez que já constituía uma matriz, deste processo excluiu-se o fator declive. Após a conversão, todas as matrizes foram reclassificadas de forma a atribuir ponderação a cada uma das variáveis, face à sua importância, no âmbito do objetivo final (*3D Analyst Tools / Raster Reclass / Reclassify*). A escala de valores varia entre 1 e 5, sendo o 5 representativo do maior peso de cada variável dum dado fator.

Nos Quadros 8.03 a 8.06 apresentam-se as ponderações atribuídas a cada uma das variáveis.

**Quadro 8.03.** Ponderação do fator Declive

Classe de declive (%)	Ponderação
0-2	5
2-5	5
5-8	4
8-15	3
15-30	2
>30	1

**Quadro 8.04.** Ponderação do fator Qualificação do espaço urbano

Classe de uso do solo (PDM)	Ponderação
Espaço Central e Residencial Consolidado – Traçados A, B, C e D;	1
Espaço Verde Ribeirinho Consolidado;	2
Espaço Verde de Enquadramento a Infraestruturas Consolidado;	2
Espaço Verde de Proteção e Conservação Consolidado;	3
Espaço Verde de Recreio e Produção Consolidado;	3
Espaço de Atividade Económicas Consolidado;	1
Espaço de Uso Especial Ribeirinho Consolidado;	2
Espaço de Uso Especial de Equipamentos Consolidado;	1
Espaço de Uso Especial de Infraestruturas Estruturantes Consolidado;	1
Espaço de Uso Especial de Equipamentos com área verde associada;	2
Espaço Central e Residencial a Consolidar;	4
Espaço Verde de Recreio e Produção a Consolidar;	5
Espaço de Atividade Económicas a Consolidar;	4
Espaço de Uso Especial Ribeirinho a Consolidar;	5
Espaço de Uso Especial de Equipamentos a Consolidar;	4

**Quadro 8.05.** Ponderação do fator Complexos hidrogeológicos

<b>Complexos hidrogeológicos</b>	<b>Ponderação</b>
Complexo Carbonatado Cretácico	5
Complexo Vulcânico Cretácico	2
Complexo Oligocénico	1
Sistema das Argilas de Prazeres	2
Sistema Miocénico Inferior	5
Sistema das Argilas de Forno do Tijolo	1
Sistema Calcarenífico Miocénico	4
Sistema das Argilas de Xabregas	1
Sistema Miocénico Superior	4
Complexo Aluvionar	5

**Quadro 8.06.** Ponderação do fator permeabilidade relativa dos solos

<b>Classe de permeabilidade relativa dos solos</b>	<b>Ponderação</b>
Baixa	1
Baixa a média	2
Média	3
Média a alta	4
Alta	5

Para a produção do mapa de aptidão foi selecionado o modelo de sobreposição ponderada disponível nas ferramentas de análise espacial do ArcMap (*Spatial Analyst Tools / Overlay / Weighted Overlay*).

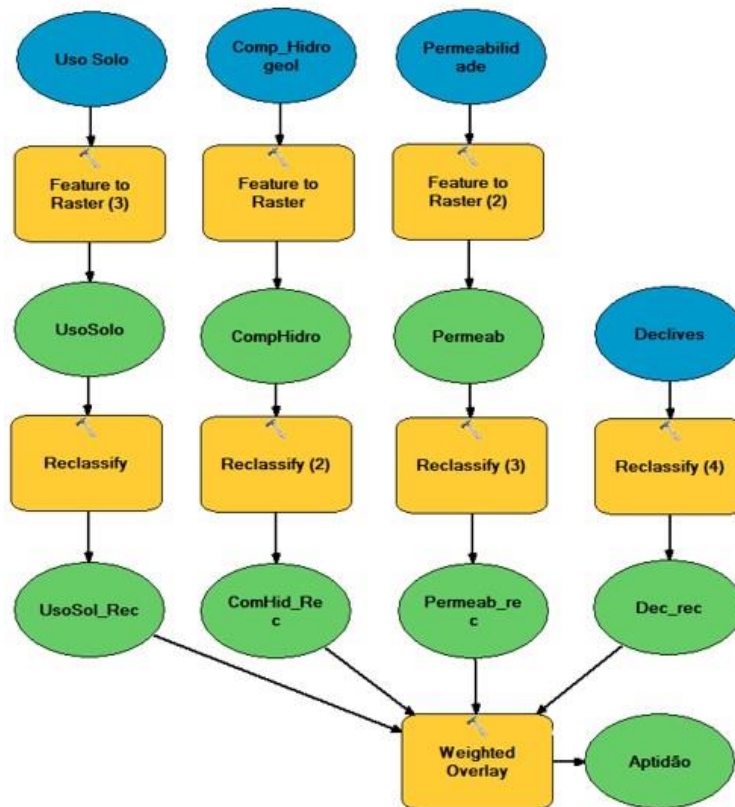
Este modelo permite sobrepor diversas matrizes, utilizando uma escala de medição comum, neste caso de 1 a 5, e ponderar cada uma de acordo com a sua importância (peso).

No Quadro 8.07 mostra-se o peso atribuído a cada uma das variáveis, função do que se considera ser a sua influência face ao objetivo proposto.

**Quadro 8.07.** Peso atribuído a cada uma das variáveis

<b>Variável</b>	<b>Ponderação</b>
Declive	0,30
Qualificação do espaço urbano	0,45
Complexos hidrogeológicos	0,10
Permeabilidade relativa dos solos	0,15

Na Figura 8.74 apresenta-se o modelo de geoprocessamento produzido para a realização das cartas de aptidão hidrogeológica das diversas áreas piloto.



**Figura 8.74.** Modelo de geoprocessamento automático gerado para a produção da Carta síntese Aptidão hidrogeológica

O produto resultante da análise foi classificado em classes de aptidão, que se especificam de seguida:

- *Aptidão hidrogeológica baixa* – Valores de ponderação iguais a 1 e 2;
- *Aptidão hidrogeológica moderada* – Valor de ponderação igual a 3;
- *Aptidão hidrogeológica alta* – Valores de ponderação iguais a 4 e 5.

Os produtos cartográficos finais obtidos para cada área piloto apresentam-se nas Figuras 8.75 a 8.80.

Embora do ponto de vista dos fatores complexos hidrogeológicos, permeabilidade relativa e uso do solo, a AP1 (Figura 8.75), apresentasse aptidão hidrogeológica alta, devido ao declive, que nesta zona é muito acentuado, favorecendo os fenómenos de escorrência, a maior parte da área é classificada com aptidão moderada.

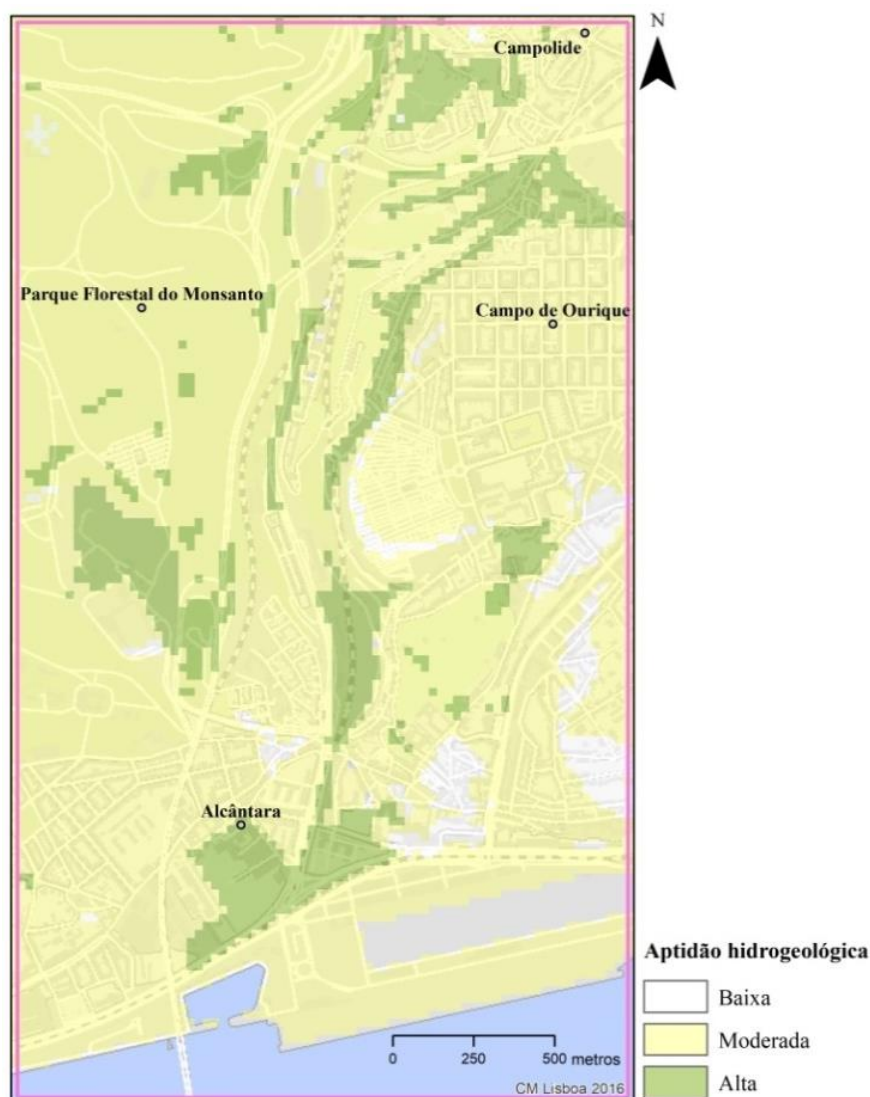
Ainda assim, de um modo geral pode considerar-se que o sistema aquífero cretácico constitui uma reserva de água estratégica (Mendonça, 2016).

De um modo geral a AP2 (Figura 8.76), apresenta aptidão hidrogeológica moderada a baixa, muito devido à elevada ocupação superficial, mas também aos declives acentuados.

Algumas zonas de aptidão moderada coincidem com espaços verdes. As zonas de aptidão alta são pouco significativas à escala da área piloto.

A AP3 (Figura 8.77), apresenta, na generalidade, aptidão hidrogeológica moderada e, pontualmente, aptidão alta. Esta condição decorre da AP3 ser a zona que se encontra menos ocupada, mas também devido à permeabilidade dos terrenos.

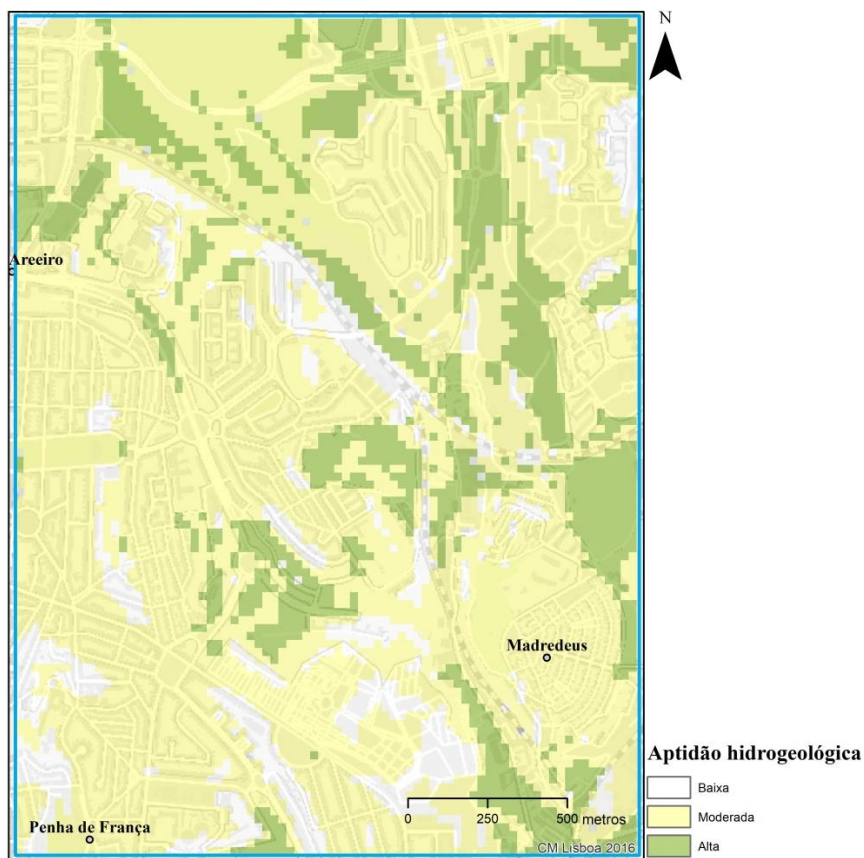
As AP4, AP5 e AP6 (Figura 8.78, 8.79 e 8.80), apresentam na sua generalidade aptidão hidrogeológica moderada. Esta condição deve-se essencialmente aos declives suaves e ao tipo de materiais geológicos presentes, que dada a sua permeabilidade favorecem a infiltração, pese embora a ocupação urbana predominante.



**Figura 8.75.** Carta síntese: Aptidão hidrogeológica - AP1  
(Fonte: Pinto, 2003; PDM, 2012; GeoSIG; Servidor de dados da CML)



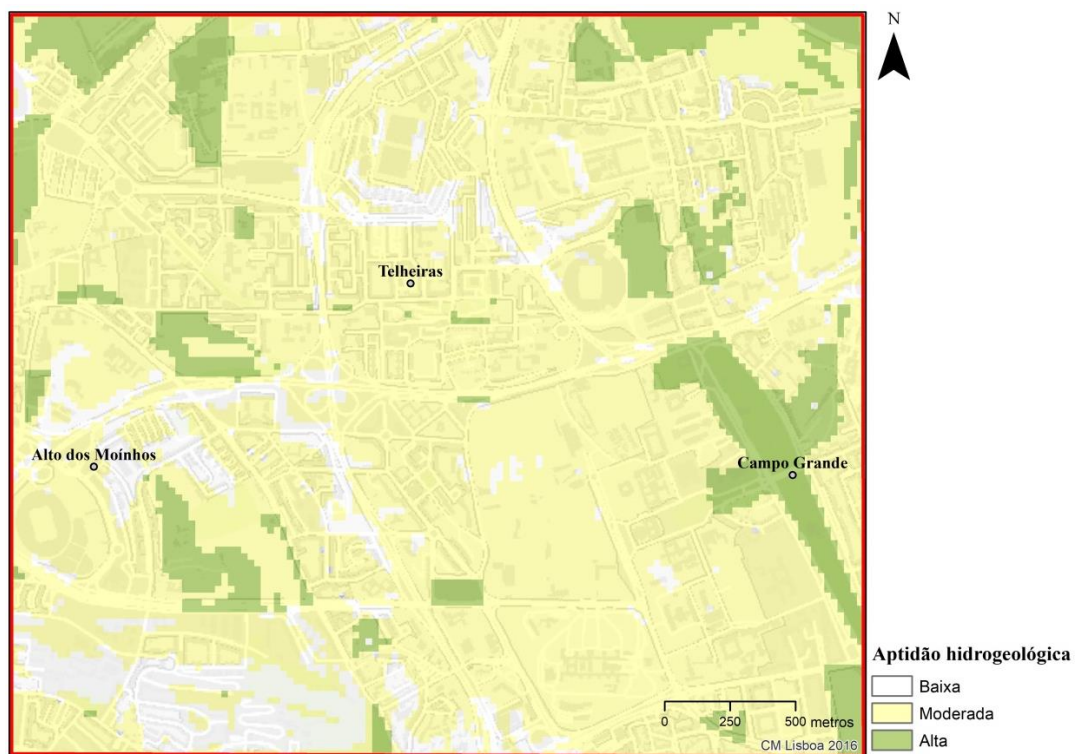
**Figura 8.76.** Carta síntese: Aptidão hidrogeológica – AP2  
(Fonte: Pinto, 2003; GeoSIG; PDM, 2012; Servidor de dados da CML)



**Figura 8.77.** Carta síntese: Aptidão hidrogeológica – AP3  
(Fonte: Pinto, 2003; GeoSIG; PDM, 2012; Servidor de dados da CML)

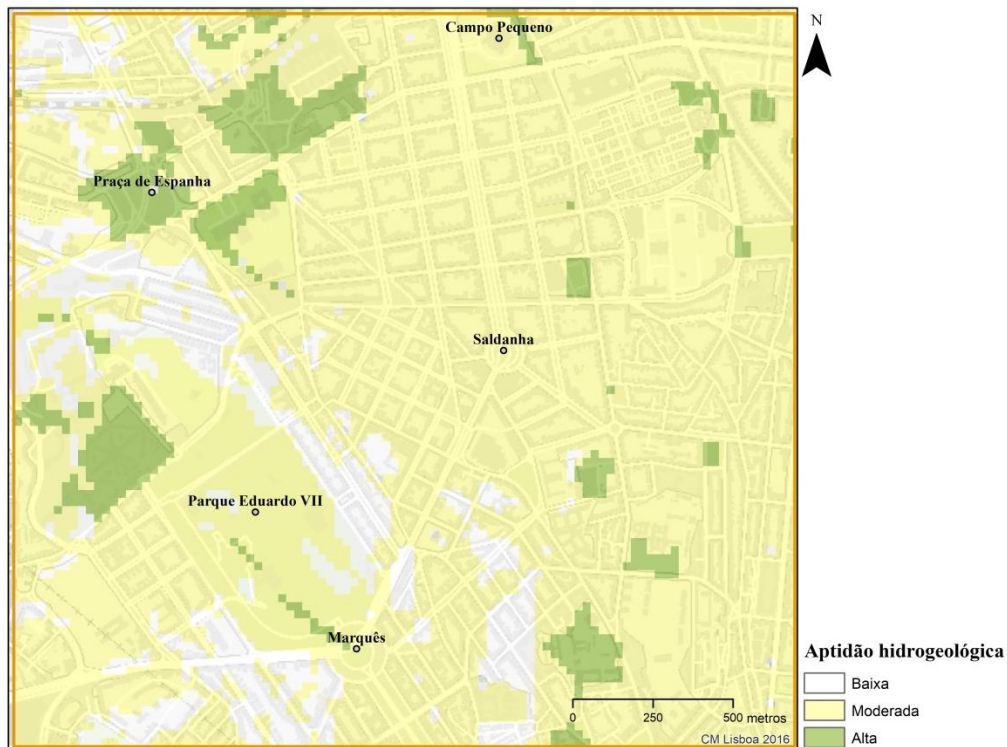


**Figura 8.78.** Carta síntese: Aptidão hidrogeológica – AP4  
(Fonte: Pinto, 2003; GeoSIG; PDM, 2012; Servidor de dados da CML)



**Figura 8.79.** Carta síntese: Aptidão hidrogeológica – AP5  
(Fonte: Pinto, 2003; GeoSIG; PDM, 2012; Servidor de dados da CML)





**Figura 8.80.** Carta síntese: Aptidão hidrogeológica – AP6  
(Fonte: Pinto, 2003; GeoSIG; PDM, 2012; Servidor de dados da CML)

O Quadro 8.8 sintetiza a percentagem de cada classe de aptidão nas diversas áreas piloto, o que permite resumir as considerações acima estabelecidas.

Embora menos significativas, as áreas de aptidão hidrogeológica alta devem ser consideradas em estudos de desenvolvimento urbano de modo a, por um lado, acautelar a sua futura ocupação e, por outro, otimizar o recurso disponível, ainda que para fins menos nobres.

**Quadro 8.08.** Representação percentual das classes de aptidão hidrogeológica nas diversas áreas piloto

Áreas Piloto	Baixa	Moderada	Alta
AP1	3,8%	85,1%	11,1%
AP2	31,5%	62,2%	6,4%
AP3	11,3%	70,8%	17,9%
AP4	2,3%	74,9%	22,8%
AP5	11,0%	76,9%	12,1%
AP6	12,3%	80,1%	7,6%

Pese embora no presente estudo não fossem tidos em conta os focos de contaminação potencial de águas subterrâneas, como por exemplo, cemitérios, ETAR, aterros, sistema de

saneamento, entre outros, estes são fatores que, para escalas de trabalho maiores, devem ser considerados.

#### **8.4.3. Aptidão à construção**

A aptidão à construção constitui informação base para a tomada de decisões no âmbito do planeamento, designadamente indicando áreas que, do ponto de vista geotécnico, apresentem maior ou menor aptidão para o desenvolvimento urbano, porém os resultados obtidos não invalidam uma caracterização geotécnica detalhada dos locais (Silva, 2003). Contrariamente à carta síntese de aptidão hidrogeológica, são vários os exemplos de produção de cartografia de aptidão à construção disponíveis na bibliografia, conforme já descrito no Capítulo 2.

Dada a similaridade do contexto e a metodologia base, foram tidas em conta as abordagens de Cavaleiro (2001) e de Silva (2003). Os autores referidos consideraram o fator declive, unidades geotécnicas, potencial de erosão e suscetibilidade a deslizamentos para a produção do elemento síntese final.

Com a finalidade de avaliar a aptidão à construção nas áreas piloto, para projetos de Categoria Geotécnica 1 e 2, segundo o EC7 (EN 1997-1), propõe-se o desenvolvimento de uma metodologia através da qual se combinam alguns fatores base considerados na maioria das abordagens, como o declive, suscetibilidade a deslizamentos e unidades geotécnicas mas, introduzindo as espessuras de depósitos de cobertura e o tipo de solos (EC8), que se discriminam em seguida:

- **Declive** – O declive tem um papel fundamental uma vez que condiciona os trabalhos e favorece os fenómenos de instabilidade. Face ao objetivo proposto, atribui-se maior ponderação aos declives suaves. Ainda que com as devidas adaptações, em função do objetivo proposto, adotaram-se as classes de declive definidas por Coelho (1980) e Silva (2003).
- **Unidades geotécnicas** – As características geotécnicas podem constituir uma aptidão ou restrição à ocupação pelo que, para o objetivo proposto, este fator é o que tem maior ponderação.
- **Espessura de depósitos de cobertura** – Conforme já referido, as elevadas espessuras de solos de cobertura são condicionantes à ocupação e constituem zonas de fragilidade em caso de sismo, pois favorecem os efeitos de sítio.

- **Suscetibilidade à ocorrência de movimentos de massa em vertentes** – Este fator é condicionante à ocupação. São consideradas as classes adotadas no PDM de Lisboa, de 2012.
- **Tipo de solos (EC8)** – Este fator resulta dum trabalho elaborado pelo Centro Europeu de Riscos Urbanos (CERU) em parceria com a CML. Tendo por base informação da espessura de depósitos de cobertura e resultados dos ensaios SPT, foi produzida uma carta que classifica cada unidade geológica atribuindo uma tipologia de solo segundo o Eurocódigo 8 – EC8 (Oliveira *et al.*, 2020). Este fator permite expressar a maior vulnerabilidade sísmica dos solos de Lisboa.

Para a elaboração da carta síntese é necessário proceder à conversão dos formatos vetoriais em formatos matriciais (*Conversion Tools/To Raster / Feature to Raster*). Nesta análise apenas os fatores Unidades Geotécnicas e Suscetibilidade à Ocorrência de Movimentos de Massa em vertentes se encontravam em formato vetorial.

Após a conversão, todas as matrizes foram reclassificadas de forma a atribuir uma ponderação a cada uma das variáveis, face à sua importância, no âmbito do objetivo final (*3D Analyst Tools / Raster Reclass / Reclassify*).

A escala de valores utilizada varia também entre 1 e 5, sendo o 5 representativo do maior peso de uma dada variável para um dado fator.

Nos Quadros 8.10 a 8.13 apresentam-se as ponderações atribuídas a cada uma das variáveis.

**Quadro 8.09.** Ponderação do fator Declive

Classes de Declive (%)	Ponderação
0-8	5
8-15	3
>15	1

**Quadro 8.10.** Ponderação do fator Unidades geotécnicas

Unidades geotécnicas	Ponderação
A	1
B	3
C	3
D	5
E	3
F	5

**Quadro 8.11.** Ponderação do fator espessura de materiais de cobertura

Espessura de materiais de cobertura (m)	Ponderação
0-5	5
5-15	3
>15	1

**Quadro 8.12.** Ponderação do fator Suscetibilidade à ocorrência de movimentos de massa em vertentes

Classes de suscetibilidade à ocorrência de movimentos de massa em vertentes	Ponderação
Muito elevada	1
Elevada	1
Moderada	3
Baixa	5

**Quadro 8.13.** Ponderação do fator Tipo de Solos (EC8)

Tipo de solos (EC8)	Ponderação
AB	5
B	5
BC	3
C	3
D	1

Para a produção do mapa de aptidão seleciona-se, uma vez mais, o modelo de sobreposição ponderada disponível nas ferramentas de análise espacial do ArcMap (*Spatial Analyst Tools / Overlay / Weighted Overlay*).

O Quadro 8.14 sintetiza o peso atribuído a cada uma das variáveis, função do que se considera ser a sua influência face ao objetivo proposto.

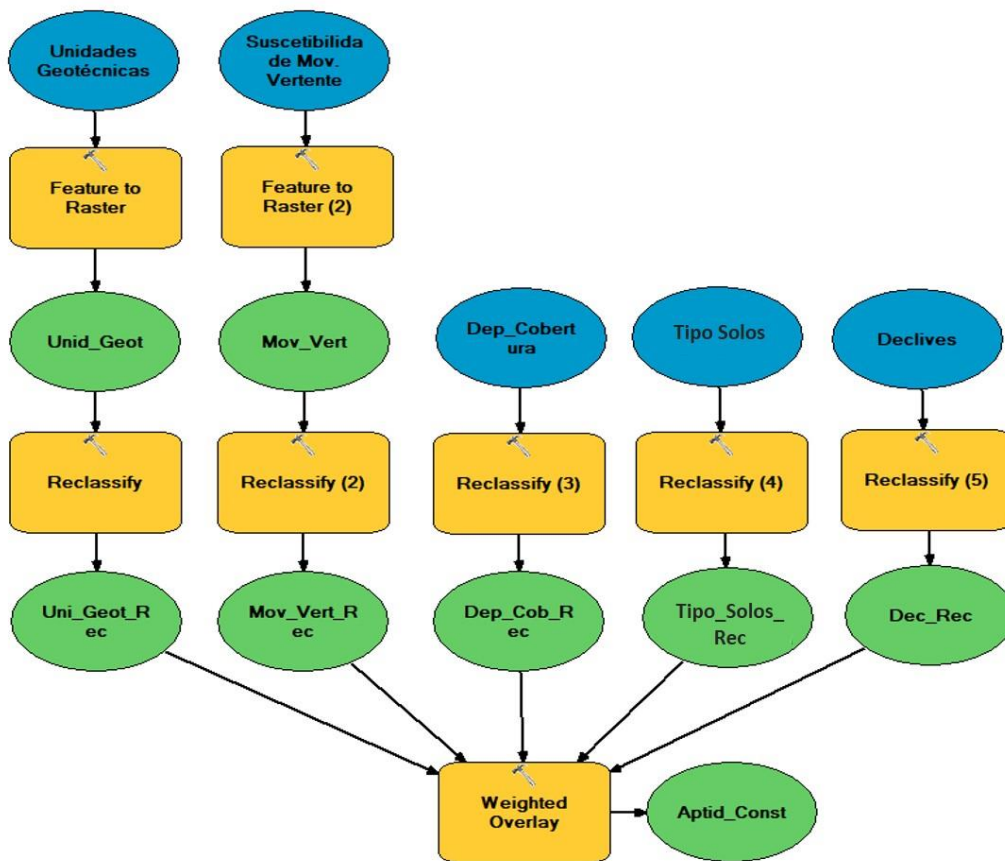
**Quadro 8.14.** Peso atribuído a cada uma das variáveis

Variável	Ponderação
Declive	0,20
Unidades Geotécnicas	0,30
Espessura materiais cobertura	0,15
Suscetibilidade à ocorrência movimentos de massa em vertentes	0,20
Tipo de Solos (EC8)	0,15

Na Figura 8.81 apresenta-se o modelo de geoprocessamento produzido para a realização da carta de aptidão à construção para as diversas áreas piloto.

O produto resultante da análise foi classificado em classes de aptidão, que se especificam de seguida:

- *Aptidão à construção muito baixa* – Valores de ponderação iguais a 1 e 2;
- *Aptidão à construção moderada* – Valor de ponderação igual a 3;
- *Aptidão à construção alta* – Valores de ponderação iguais a 4 e 5.

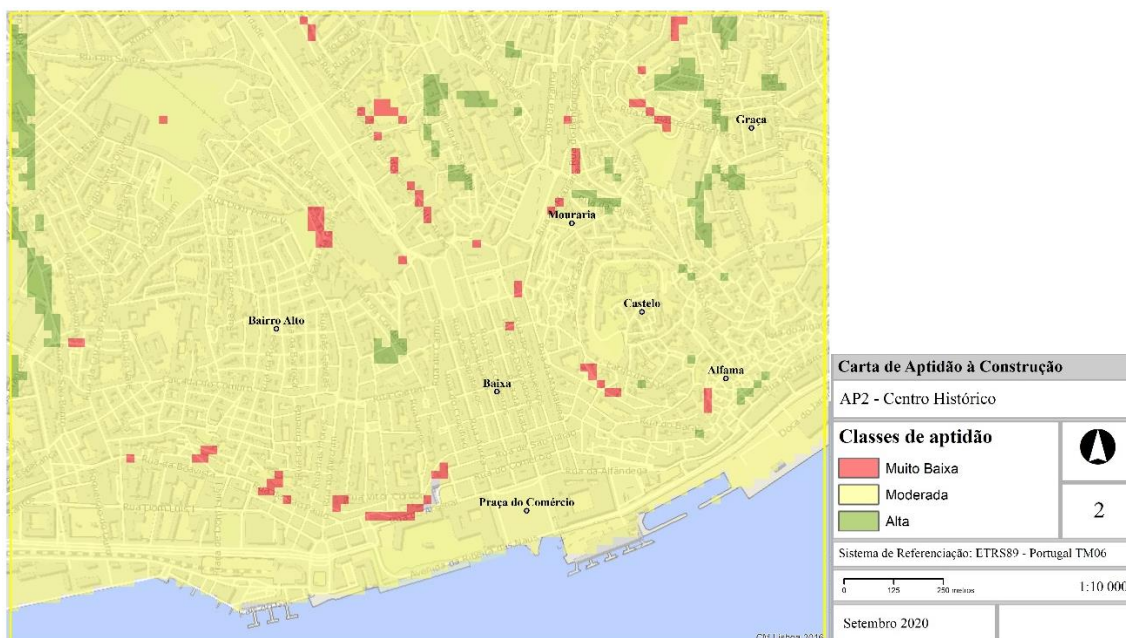


**Figura 8.81.** Modelo de geoprocessamento automático gerado para a produção da carta síntese Aptidão à construção

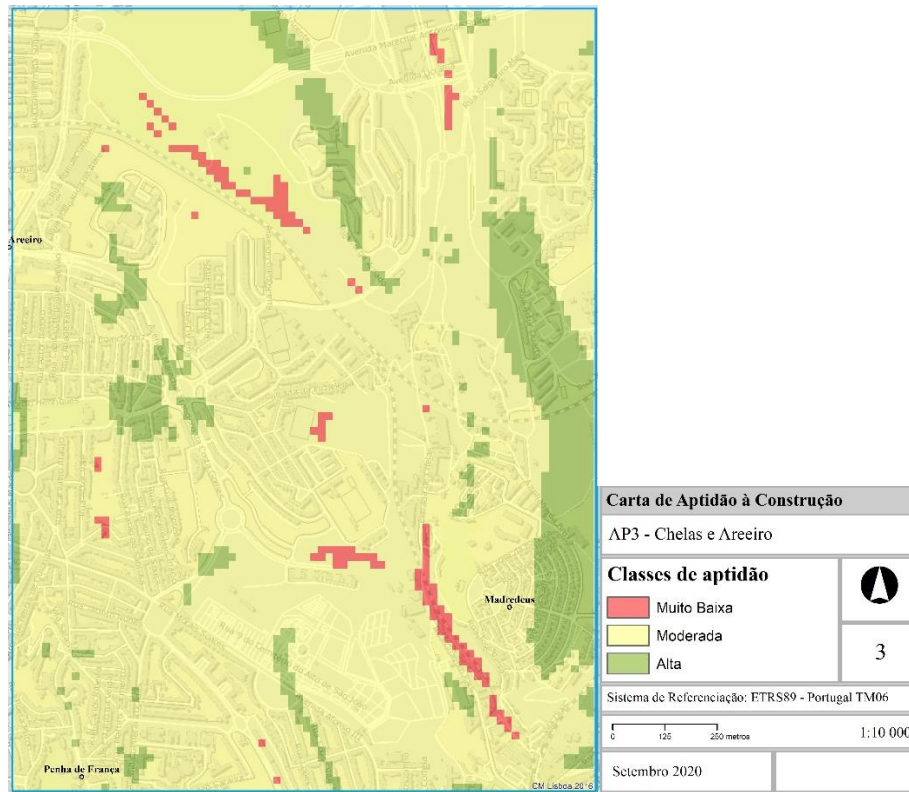
Os produtos cartográficos finais obtidos são apresentados nas Figuras 8.82 a 8.87.



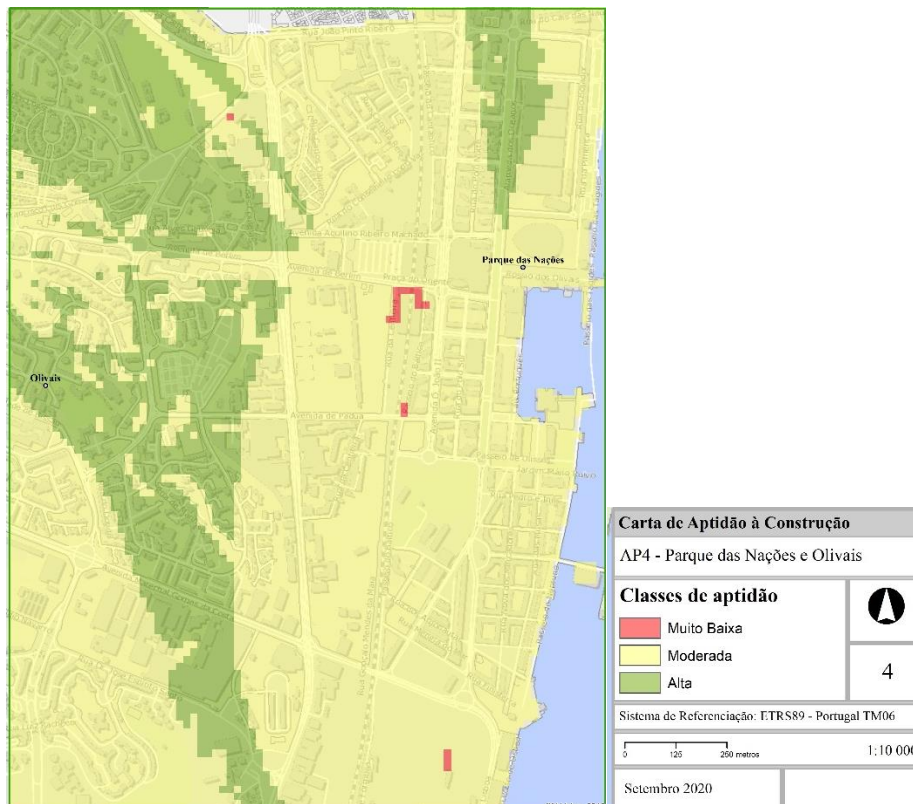
**Figura 8.82.** Carta síntese: Aptidão à construção – AP1  
 (Fonte: GeoSIG; PDM, 2012; Servidor de dados da CML)



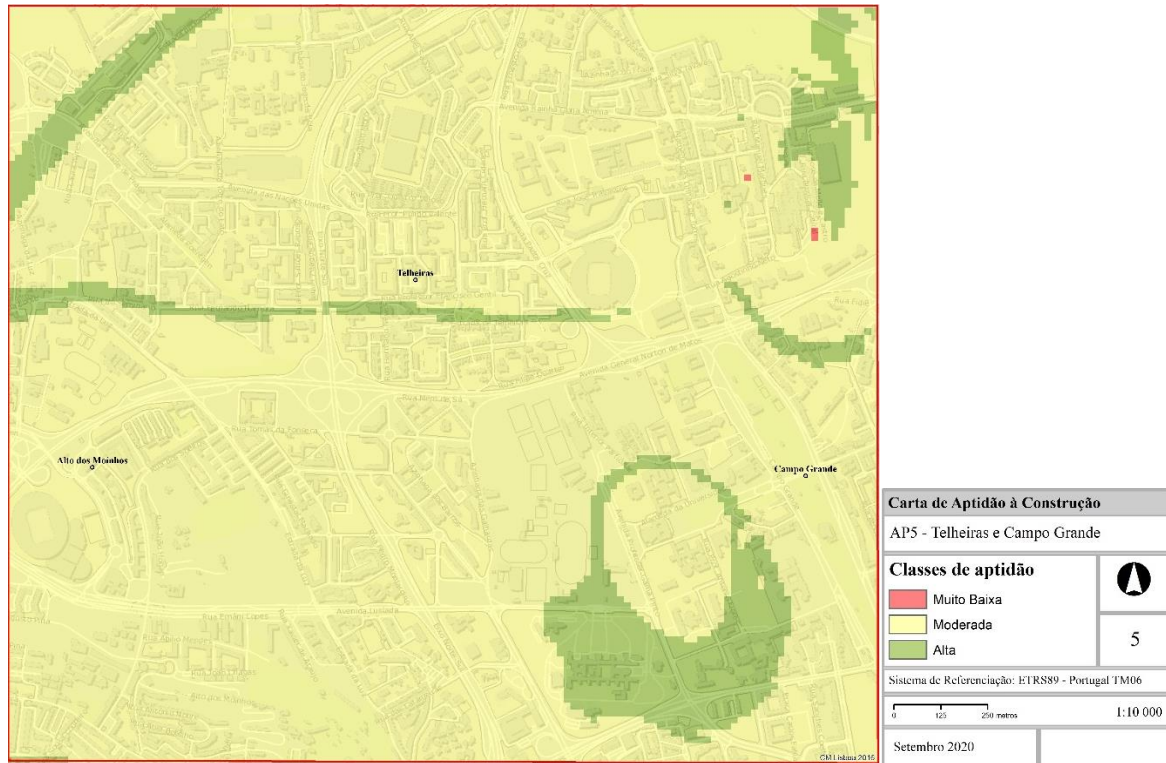
**Figura 8.83.** Carta síntese: Aptidão à construção – AP2  
 (Fonte: GeoSIG; PDM, 2012; Servidor de dados da CML)



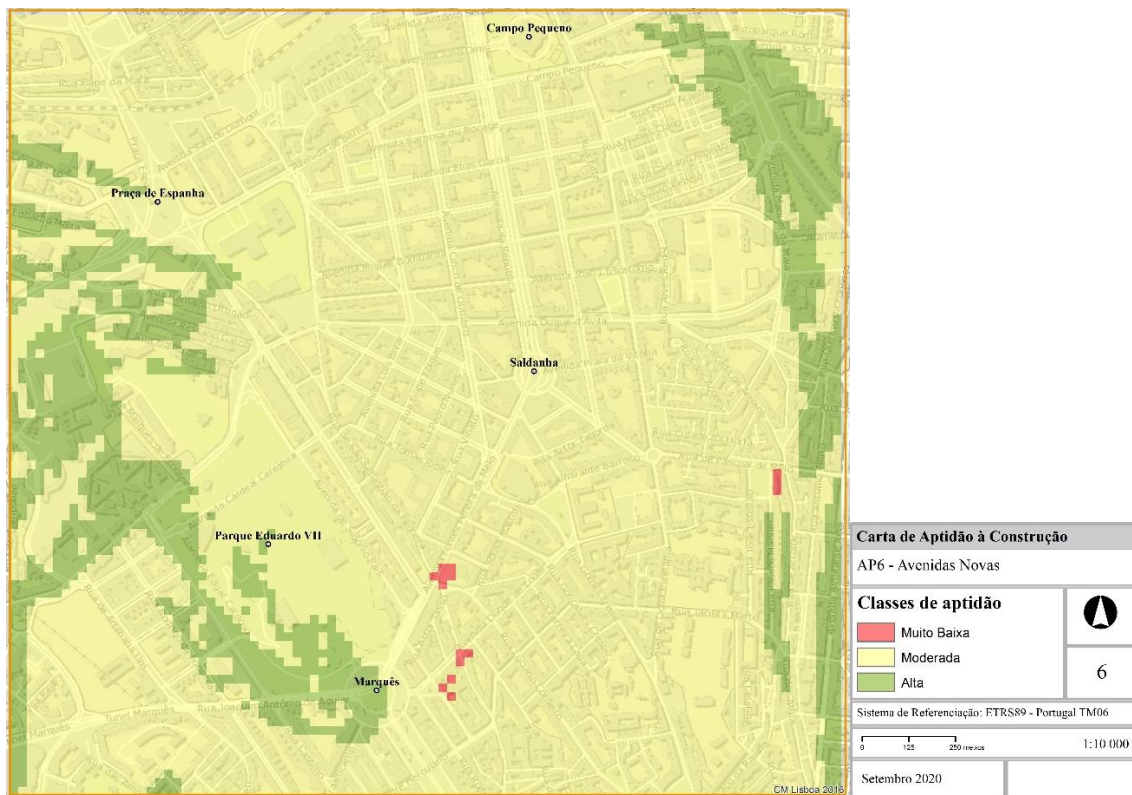
**Figura 8.84.** Carta síntese: Aptidão à construção – AP3  
(Fonte: GeoSIG; PDM, 2012; Servidor de dados da CML)



**Figura 8.85.** Carta síntese: Aptidão à construção – AP4  
(Fonte: GeoSIG; PDM, 2012; Servidor de dados da CML)



**Figura 8.86.** Carta síntese: Aptidão à construção – AP5  
(Fonte: GeoSIG; PDM, 2012; Servidor de dados da CML)



**Figura 8.87.** Carta síntese: Aptidão à construção – AP6  
(Fonte: GeoSIG; PDM, 2012; Servidor de dados da CML)



No Quadro 8.15 sintetiza-se a percentagem de cada classe de aptidão nas diversas áreas piloto.

**Quadro 8.15.** Representação percentual das classes de aptidão à construção nas diversas áreas piloto

Área Piloto	Muito baixa	Moderada	Alta
AP1	1,02%	68,8%	30,1%
AP2	2,9%	90,7%	6,4%
AP3	1,7%	86,9%	11,3%
AP4	0,2%	73,4%	26,4%
AP5	0%	90,6%	9,4%
AP6	0,2%	84,1%	15,7%

Embora com percentagens vestigiais, as zonas de *muito baixa* aptidão oferecem elevadas restrições à ocupação e, normalmente estão associadas a zonas de fraca aptidão geotécnica, declives acentuados ou zonas suscetíveis a riscos de movimentos de massa. Nestas áreas é necessário caraterizar detalhadamente os terrenos (Silva e Rodrigues-Carvalho, 2006; EC7).

Na generalidade das áreas piloto, a aptidão à construção é *moderada*, logo apresentam algumas restrições à ocupação.

Esta condição pressupõe o desenvolvimento de estudos geotécnicos mais detalhados para caraterização dos maciços (Silva e Rodrigues-Carvalho, 2006), devendo, nas áreas ainda desocupadas, ser privilegiado outro tipo de ocupação, como por exemplo espaços de recreio e lazer (Cavaleiro *et al.*, 2006).

A AP1 é a zona com maior percentagem de área classificada como *aptidão à construção alta* o que reflete a forte influência do fator *Unidades Geotécnicas e Tipo de Solos (EC8)*, pois esta é uma zona com formações rochosas predominantes. Ainda de referir a percentagem apresentada na AP4, que reflete os declives suaves e uma menor suscetibilidade à ocorrência de movimentos de massa em vertentes.

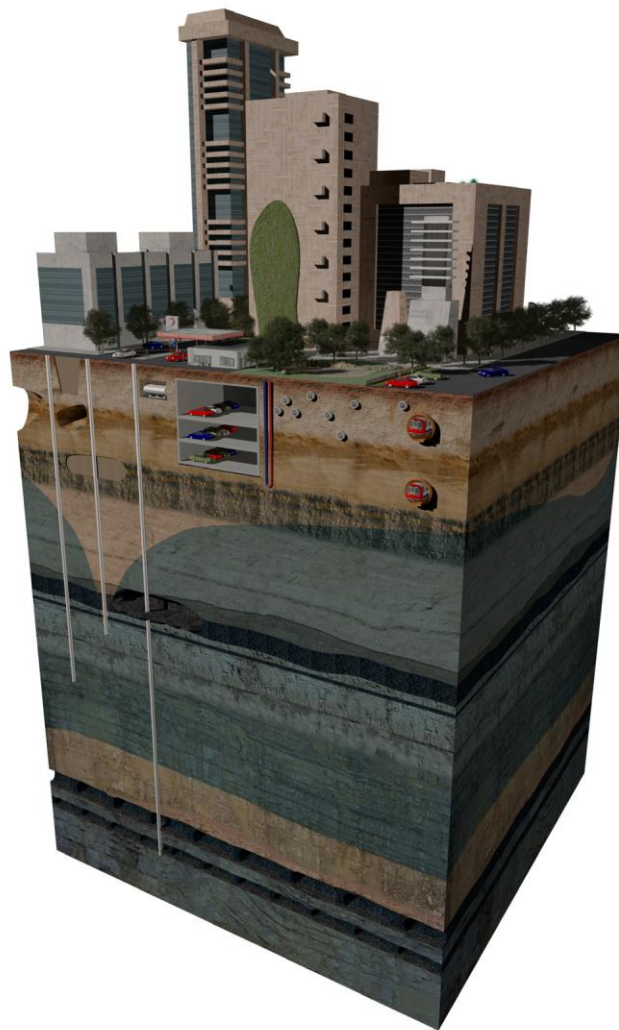
Estas áreas não apresentam restrições à ocupação, contudo qualquer intervenção carece de ensaios de caraterização para apoio ao projeto (Silva e Rodrigues-Carvalho, 2006; Cavaleiro *et al.*, 2006).



## Capítulo 9 – Condicionantes ao desenvolvimento urbano e sua regulamentação

---

O desenvolvimento urbano, na sua vertente de requalificação/reconversão, expansão ou criação de novas áreas, exerce forte pressão sobre os recursos naturais, principalmente em zonas densamente urbanizadas como as grandes cidades. Os desafios prendem-se com as melhores localizações para a implantação de parques habitacionais, áreas de comércio e serviços e rede de mobilidade, tendo em conta fatores económicos, políticos e sociais (Figura 9.01).



**Figura 9.01.** Esquema das principais ocupações em subsolo, em meio urbano –  
Estacionamento, Rede de Mobilidade, Sistema de Saneamento  
(Fonte: BGS, 2016)

As características geológicas raramente são impeditivas ao desenvolvimento urbano, contudo podem condicioná-lo por questões relacionadas com a aptidão para determinado fim, desenho urbano e custo de desenvolvimento (Marker, 2009), tornando-se premente que as tomadas de

decisão relativas ao desenvolvimento nas grandes urbes tenham por base diretivas de promoção de sustentabilidade e resiliência.

Como referido ao longo da Tese são várias as condicionantes de ordem geológica, geomorfológica, geotécnica e hidrogeológica à ocupação em meio urbano e, embora distintas, a sua análise deve ser efetuada de forma integrada.

Essa análise carece da identificação dos materiais geológicos, da presença ou ausência de água e da caracterização física, mecânica e hidráulica dos solos, até à profundidade interessada, função da estrutura a edificar, visando a sua estabilidade, funcionalidade e durabilidade (Matos Fernandes, 2011).

No presente capítulo pretende-se sintetizar as diversas condicionantes ao desenvolvimento urbano e apresentar uma proposta de redação para a sua futura inclusão em regulamentação dos diversos IGT.

### **9.1. Condicionantes de ordem geológica à ocupação urbana**

Em contexto urbano, as principais condicionantes de ordem geológica são as que se relacionam com as propriedades dos terrenos, como por exemplo composição litológica e mineralógica, textura e estrutura, que condicionam o comportamento.

Entre os fatores a ter em consideração encontra-se a plasticidade dos maciços terrosos e o grau de fraturação e alteração dos maciços rochosos. Estas situações poderão ser mitigadas com uma eficiente caracterização geológico/geotécnica, com eventual recurso a ensaios laboratoriais.

Outra das situações a acautelar é a existência de carsificação que pode estar associado ao desenvolvimento de cavidades nas formações carbonatadas, que podem vir a constituir condicionantes à ocupação urbana.

Diretamente relacionada com as propriedades físico-químicas dos materiais geológicos e potenciada pelo declive e ocupação urbana, a vulnerabilidade aos fenómenos naturais (sismos, inundações, deslizamentos, liquefação de solos, mobilidade cíclica, etc.) (Salgado, 2012), condiciona fortemente a ocupação e tem implicação direta na segurança de pessoas e manutenção de bens pelo que, o seu estudo é premente.

Embora esta matéria se enquadre numa temática que não foi objeto de desenvolvimento aprofundado na presente Tese, a mesma tem sido trabalhada nos últimos anos pela autora, na CML. Além da cartografia de riscos naturais já disponível no PDM de Lisboa, em revisão, estão disponíveis outros estudos que integrarão o futuro PDM.

Com base nos dados disponíveis na aplicação GeoSIG e nos recentes projetos de atualização de cartografia altimétrica e planimétrica, em formato vetorial, tem sido possível estudar com maior detalhe as unidades geológicas e sua relação espacial com a ocupação urbana, procurando avaliar o seu impacto direto.

É ainda de referir o património geológico presente na área da cidade, que pese embora não constitua uma condicionante direta à ocupação, a sua valorização e preservação, assegurada em 2012 com a sua integração no PDM, condiciona a ocupação urbana nestas áreas.

A atividade neotectónica associada às estruturas geológicas será outra condicionante potencial à ocupação, contudo não se registam evidências de atividade nas falhas existentes na área do concelho. Não obstante, esta condição deve ser sempre identificada e analisada em ocupações futuras, em particular em projetos de maior complexidade.

## **9.2. Condicionantes de ordem geomorfológica à ocupação urbana**

As características do relevo são um dos fatores naturais mais relevantes na definição das condicionantes à ocupação urbana. No entanto, a quantificação da sua influência é complexa, sendo o declive a característica mais relevante e que tem a vantagem de permitir, simultaneamente, a concretização de uma abordagem quantitativa. Neste sentido, no presente estudo foi considerado o fator declive como uma condicionante ou aptidão à ocupação urbana.

O declive tem forte influência na aptidão hidrogeológica e na aptidão à construção.

No que se refere à componente hidrológica, o fator declive favorece os fenómenos de infiltração ou escorrência, potenciando a infiltração em zonas de declives mais suaves, sempre que a zona não esteja ocupada superficialmente e as formações geológicas exibam permeabilidade que assim o permita. Contudo, quando as formações geológicas são impermeáveis e os sistemas de drenagem não são eficientes, a concentração de águas nas zonas mais baixas conduz a inundações, sendo este um fator condicionante à ocupação.

No que se refere à aptidão construtiva, o declive assume-se igualmente como um fator importante, na medida em que a aptidão diminui com o aumento do declive, aumentando

também os fenômenos de instabilidade de vertentes e de erosão potencial, que são fatores condicionantes à ocupação urbana.

O fator declive deverá ser considerado e, quando conjugado com as restantes variáveis de natureza geológica, geotécnica e hidrogeológica, constituirá informação útil no apoio à decisão.

### **9.3. Condicionantes de ordem hidrogeológica à ocupação urbana**

A maioria das solicitações em meio urbano visa a melhoria das condições de vida e acessibilidade das populações. Nas zonas mais consolidadas essas melhorias traduzem-se na construção de pisos em cave, para otimização do espaço, como é o caso das necessidades de estacionamento e, construção de túneis, para otimização das condições de mobilidade e de drenagem.

Essas estruturas enterradas impactam diretamente no nível freático e, nalguns casos, no nível piezométrico, principalmente em situações em que apresentam volumetria significativa, como os parques de estacionamento subterrâneos, que intersejam níveis aquíferos, livres ou confinados.

Quando se trata duma afetação ao nível dos fluxos mais superficiais, o próprio regime hidrogeológico tem tendência a adaptar-se e, como as formações são mais descomprimidas no topo, essa readaptação é favorecida. Quando o impacto se desenvolve ao nível dos fluxos mais profundos, e exibe dimensão expressiva, o efeito barreira causado pode ter efeitos a longo prazo uma vez que a capacidade de adaptação será menor e mais morosa.

Em qualquer das situações, a consequência é a diminuição da capacidade resistente dos elementos de fundação e dos impulsos em estruturas enterradas de edifícios adjacentes (Almeida, 2003). São comuns os fenômenos de assentamento locais e/ou subsidência mais ou menos generalizada podendo ocorrer também fenômenos de empolamento resultantes da subida do nível de água.

O impacto sobre a evolução do nível freático deve ser reconhecido e avaliado, ainda em fase de projeto, de forma a permitir a adoção de soluções que sejam, em simultâneo, exequíveis para os fins a que se destinam, mas mitigadoras para com os impactos na envolvente.

Neste sentido, em 2012, a CML implementou normas no PDM e no RMUEL, definidas pela autora, que obrigam à apresentação de estudos hidrogeológicos para áreas afetadas a operações de loteamento, exigindo a determinação de parâmetros de caracterização hidrogeológica para

contextos locais. Essa obrigatoriedade aplica-se em zonas de sistema húmido ou que apresentem elevada a muito elevada vulnerabilidade a inundações e estejam sujeitas à ação do efeito de maré direto, não cumulativo, conforme artigos 13.º e 22.º do Regulamento do PDM.

Neste contexto, que é claramente distinto do apresentado na seção 8.3., a água assume-se como uma condicionante à ocupação em subsolo, obrigando à adoção de medidas adicionais no processo construtivo. Este facto pode ser condicionante na medida em que as soluções mitigadoras podem incrementar os custos construtivos.

#### **9.4. Condicionantes de ordem geotécnica à ocupação urbana**

Segundo Coelho (2008), por norma os incidentes em obras de engenharia civil resultam dum deficiente conhecimento geológico, bem como da ausência ou deficiente identificação dos riscos geotécnicos associados a cada zona.

A construção de estruturas em áreas urbanas exige um reconhecimento prévio das características do maciço, não apenas para a adoção da solução mais adequada com também para a avaliação da compatibilidade da solução prevista com a envolvente (Almeida, 2008d; 2011a; Andrade e Quinta-Ferreira, 2017).

A viabilidade ou aptidão à construção deve incluir a avaliação das características do maciço que permitam determinar o tipo de trabalhos previstos pois, se por um lado as escavações em materiais resistentes e pouco fraturados apresentam condicionantes associadas ao seu desmonte, por limitações ou impossibilidade de realização de algumas técnicas em zona urbana, por outro lado as escavações em materiais brandos ou solos muitas das vezes implicam o recurso a contenção periférica (Almeida, 2008d), soluções que apresentam custos acrescidos, que devem ser ponderados numa fase de reconhecimento prévio.

A elevada espessura de materiais de cobertura é fortemente condicionante da componente geotécnica das obras. Estes materiais apresentam características de resistência e deformabilidade pouco satisfatórias, obrigando à adoção de medidas que mitiguem deslocamentos e assentamentos nas áreas contíguas (Almeida, 2008d).

Outra das condicionantes de ordem geotécnica em meio urbano são as zonas de anomalia geotécnica, já referidas no Capítulo 8. As mesmas podem ser mitigadas através de soluções fundamentadas em campanhas de prospeção geotécnica (mecânica e geofísica), que caracterizem as propriedades relevantes do maciço na zona afetada pelas escavações.

Só uma caracterização geotécnica adequada permite o conhecimento prévio de situações de espessuras de depósitos de cobertura anómala, permitindo ao Projetista adequar a solução. Um deficiente reconhecimento poderá ter implicações em fase de obra, aumentando o risco já inerente à incerteza geológica associada às obras de engenharia e o custo construtivo.

### **9.5. Proposta de regulamentação das condicionantes em sede dos IGT**

Pretende-se nesta seção definir normas a incluir no Regulamento dos IGT. Essas normas devem estar diretamente associadas às classes de aptidão ou aos fatores considerados condicionantes à ocupação, representados na cartografia, e deverão indicar com clareza os estudos necessários e os objetivos a atingir.

O programa de prospeção geológico/geotécnica a realizar depende do tipo de solo, do projeto a realizar, sua dimensão, natureza e especificidade, e custo da obra, devendo, sempre que possível, ser adotada a classificação segundo as Categorias Geotécnicas definidas no EC7 (EN 1997-1) e, selecionados os estudos adequados às premissas acima referidas e especificados na EN 1997-2.

A informação resultante deverá sustentar o projeto e fornecer ferramentas de apoio à decisão, tendo por base a promoção da sustentabilidade e resiliência das cidades.

De seguida apresentam-se as propostas para a redação do clausulado que poderá vir a reger estas matérias.

#### **Artigo 1.º**

##### **Aptidão Hidrogeológica**

1. Nas zonas cartografadas como *aptidão hidrogeológica alta* na Carta Geotécnica de Lisboa / Aptidão Hidrogeológica, não são admitidas operações urbanísticas que promovam a impermeabilização dessas áreas, com exceção de usos compatíveis com a manutenção da permeabilidade, como por exemplo, zonas verdes de recreio e lazer.
2. Nas zonas cartografadas como *aptidão hidrogeológica moderada* na Carta Geotécnica de Lisboa / Aptidão Hidrogeológica, as operações urbanísticas que promovam impermeabilização dos solos deverão contemplar a reutilização da água subterrânea para fins menos nobres, numa ótica de sustentabilidade e reutilização de recursos. A aplicação desta norma deverá ser acompanhada de um parecer, realizado por técnicos



ou entidades credenciadas, baseado em estudos de caracterização hidrogeológica que indiquem e caracterizem as condições hidrodinâmicas e hidroquímicas do recurso disponível, conforme artigo 103.º -A do RMUEL.

3. Nas zonas cartografadas como *aptidão hidrogeológica muito baixa* na Carta Geotécnica de Lisboa / Aptidão Hidrogeológica, as operações urbanísticas deverão ser acompanhadas de um parecer, realizado por técnicos ou entidades credenciadas, baseado em estudos de caracterização hidrogeológica, comprovativo da não afetação do regime hidrogeológico local.
4. Todos os estudos realizados deverão ser entregues na CML para inclusão na aplicação GeoSIG.

## **Artigo 2.º**

### **Aptidão à Construção**

1. Nas zonas cartografadas como *aptidão à construção alta* na Carta Geotécnica de Lisboa / Aptidão à Construção, são admitidas todas as operações urbanísticas. As operações deverão ter por base um programa de prospeção visando a determinação dos parâmetros suporte ao Projeto.
2. Nas zonas cartografadas como *aptidão à construção moderada* na Carta Geotécnica de Lisboa / Aptidão à Construção, as operações urbanísticas deverão ser acompanhadas de um parecer, realizado por técnicos ou entidades credenciadas, baseado num programa de prospeção que permita a determinação dos principais parâmetros de resistência e deformabilidade dos maciços.
3. O programa referido no ponto 2 deverá atender ao tipo de projeto, sua dimensão, natureza e especificidade, e incluir, de um modo geral, a realização de prospeção mecânica (sondagens e ensaios *in situ*).
4. Nas zonas cartografadas como *aptidão à construção muito baixa* na Carta Geotécnica de Lisboa / Aptidão à Construção, as restrições à ocupação são elevadas logo, as operações urbanísticas deverão ser acompanhadas de um parecer, realizado por técnicos ou entidades credenciadas, baseado num programa de prospeção detalhado, que inclua não só a determinação dos principais parâmetros de resistência e deformabilidade dos maciços como igualmente a colheita de amostras indeformadas visando a sua caracterização laboratorial.

5. O programa referido no ponto 4 deverá atender ao tipo de projeto, sua dimensão, natureza e especificidade e incluir, de um modo geral, a realização de prospeção mecânica (sondagens e ensaios *in situ*) e geofísica. A componente laboratorial deverá incidir em ensaios de identificação (granulometria e limites de Atterberg) e de determinação dos principais índices físicos (teor em água, índice de vazios, peso volúmico).
6. Sempre que seja intersetado o nível de água, independentemente da classe de aptidão, deverão ser realizados ensaios de bombagem, visando a quantificação do caudal e, determinada a permeabilidade do maciço.
7. Caso os resultados dos ensaios concluam a inaptidão do maciço para qualquer obra geotécnica, deverá ser privilegiado um uso alternativo.
8. Todos os estudos realizados deverão ser entregues na CML para inclusão na aplicação GeoSIG.

### **Artigo 3.º**

#### **Zonas de anomalia geotécnica e de elevada espessura de materiais de cobertura**

1. Nas zonas cartografadas como *de anomalia geotécnica*, na Carta Geotécnica de Lisboa / Anomalias Geotécnicas, as operações urbanísticas deverão ser acompanhadas de um parecer, realizado por técnicos ou entidades credenciadas, baseado num programa de prospeção, que permita determinar a espessura, composição, comportamento mecânico dos materiais de enchimento e sua volumetria.
2. O programa referido no ponto 1 deverá atender ao tipo de projeto, sua dimensão, natureza e especificidade e incluir, de um modo geral, a realização de prospeção mecânica (sondagens e ensaios *in situ*) e geofísica.
3. As sondagens a realizar, depois de atingirem o firme, deverão alcançar uma profundidade de pelo menos 6m abaixo da cota onde se pretende implementar os elementos de fundação.
4. Nas zonas cartografadas como *de elevada espessura de materiais de cobertura* na Carta Geotécnica de Lisboa / Materiais de Cobertura, as operações urbanísticas deverão ser acompanhadas de um parecer, realizado por técnicos ou entidades credenciadas, baseado num programa de prospeção que permita determinar a espessura, composição e comportamento mecânico dos materiais de cobertura.

5. O programa referido no ponto 4 deverá atender ao tipo de projeto, sua dimensão, natureza e especificidade e incluir, de um modo geral, a realização de prospeção mecânica (sondagens e ensaios *in situ*) e geofísica.
6. O programa de prospeção a realizar nas zonas *de anomalia geotécnica e de elevada espessura de materiais de cobertura*, deverá ainda atender à caracterização dos maciços do ponto de vista da sua capacidade de amplificação ou atenuação das vibrações sísmicas passíveis de gerar efeitos de sítio, incluindo, a liquefação de solos, a mobilidade cíclica e os assentamentos diferenciais.
7. Todos os estudos realizados deverão ser entregues na CML para inclusão na aplicação GeoSIG.



## Capítulo 10 – Considerações finais

---

A presente Tese concretiza os objetivos preconizados na sua fase inicial e demonstra como, a partir do conhecimento das características físicas do território, é possível efetuar análises temáticas que permitam avaliar a aptidão do território para um determinado uso, face a diferentes solicitações e, numa perspetiva de síntese, avaliar o impacto das condicionantes de ordem geológica e definir eventuais ações de mitigação.

O conhecimento base necessário foi obtido a partir dos dados recolhidos nas campanhas de prospeção geológico/geotécnica, realizadas na cidade de Lisboa, que foram sistematizados e integrados na aplicação GeoSIG.

O desenvolvimento da estrutura de gestão de dados – GeoSIG, permitiu não só um eficiente armazenamento de dados dispersos, como também possibilitou a implementação de práticas de normalização nos processos de introdução, tratamento e gestão da informação.

O modelo de dados da aplicação GeoSIG foi ainda desenvolvido com a perspetiva de permitir, de uma forma simplificada, a produção de mapas temáticos para diversos fins, como aqui se demonstrou.

A demonstração da metodologia proposta foi efetuada em seis áreas de estudo selecionadas, que consideraram a distribuição, a qualidade e quantidade de informação disponível, procurando igualmente abranger vários contextos geológicos. O nível de desenvolvimento das áreas também foi tido em conta, procurando realizar o exercício em contextos de elevada ocupação urbana, de futura expansão e em zonas onde se privilegiam operações de reconversão urbana.

A metodologia de trabalho desenvolvida pode ser facilmente generalizável e replicada para outras áreas de estudo, desde que a informação base esteja disponível, em quantidade representativa do território, mas também em termos da qualidade dos dados disponíveis.

A integração da BD GeoSIG num ambiente SIG permitiu o desenvolvimento do SIGC implementado, através do qual se realizaram as operações de modelação, inquirição e análise espacial aos dados. Os modelos de geoprocessamento automático desenvolvidos e implementados no SIGC permitem efetuar análises temáticas prévias de forma célere e

consistente. Estas ferramentas possibilitam aos vários atores no território, nomeadamente projetistas, técnicos de planeamento, entre outros, avaliar os condicionamentos e estimar a ordem de grandeza dos custos para a execução de determinada obra geotécnica, possibilitando desde uma fase inicial, otimizar os projetos.

No âmbito da presente Tese produziram-se diversas cartas de fatores, donde, pelo seu caráter inovador e importância, se destacam:

- Cartografia de espessura de materiais de cobertura – Estes materiais quando apresentam espessuras elevadas, condicionam a ocupação, para a maioria das solicitações em meio urbano.
- Profundidade do nível freático – Este nível, quando à superfície, condiciona as obras de escavação e promove o aumento da vulnerabilidade a inundações. Por outro lado, o facto do nível piezométrico se encontrar a profundidades reduzidas, pode favorecer o aproveitamento da água do aquífero para fins menos nobres do que o consumo.
- Identificação de zonas de anomalia geotécnica – O seu reconhecimento permite a redução de custos num projeto, pois estas anomalias quando não são detetadas ao nível do reconhecimento prévio podem implicar alterações e custos acrescidos em fase de obra.
- Distribuição dos valores de  $N_{SPT}$  em profundidade – Estas cartas visaram a representação dos resultados obtidos nos ensaios de caracterização mecânica dos terrenos, em intervalos de profundidade. Ainda que os resultados exibam um caráter qualitativo, conforme discutido no Capítulo 7, a variação da resistência mecânica em profundidade, constitui informação base muito relevante para a otimização de novos projetos e para os IGT.

O cruzamento das cartas de fatores permitiu a derivação de elementos adicionais e a produção de elementos síntese como o zonamento geotécnico, a aptidão hidrogeológica e aptidão à construção, com a finalidade:

- Zonamento geotécnico - A definição das zonas geotécnicas 1 e 4 procurou indicar a faixa menos competente e a mais competente dos terrenos; a ZG4 materializa o firme e permite o apoio direto aos elementos de fundação; esta carta teve por objetivo o fornecimento de informação numa perspetiva de otimização e rentabilidade das soluções de projeto;
- Aptidão hidrogeológica – Este elemento apresenta um caráter inovador em contexto de planeamento urbano e teve como objetivo a classificação do território estudado, face à

sua aptidão para promover a infiltração de água; nas zonas de aptidão hidrogeológica alta, devem privilegiar-se usos alternativos, nomeadamente recreio e lazer, de modo a permitir a sustentabilidade do regime hidrogeológico da cidade, promovendo simultaneamente a mitigação a perigos naturais, como as inundações.

- Aptidão à construção – Esta carta síntese visou a classificação do território face à sua aptidão ou inaptidão à ocupação urbana; além dos fatores usualmente considerados neste tipo de abordagem, foram introduzidas variáveis relacionadas com as condicionantes à ocupação, nomeadamente as elevadas espessuras de materiais de cobertura e os tipos de solo.

Os instrumentos de gestão territorial devem incorporar a cartografia apresentada, ao nível dos seus regulamentos, procurando adequar o planeamento à realidade física do território, otimizando o uso e ocupação do solo à natureza do substrato geológico, salvaguardando a preservação dos recursos e valores naturais, e promovendo a qualidade de vida e a segurança das populações. Para esse efeito foram desenvolvidas normas que se encontram no Capítulo 9.

O presente estudo permitiu demonstrar que o espaço subterrâneo pode e deve ser integrado nas políticas de planeamento urbano, não apenas na perspetiva da mitigação do impacto aos riscos naturais, como também na definição das melhores localizações para determinadas operações urbanísticas, permitindo redução de custos e otimização de novos projetos. Um correto uso do espaço subterrâneo, nomeadamente dos seus recursos naturais permite ainda potenciar as condições de resiliência da cidade em cenários futuros, por exemplo de escassez de água.

Este trabalho permite reforçar o papel do município enquanto gestor do território, a quem compete o fornecimento de informação base relativa às condicionantes do território, fornecendo aos decisores políticos meios de apoio à decisão, aos técnicos municipais informação de apoio na análise dos projetos, e aos munícipes e promotores informação das condicionantes e custos associados às operações em meio urbano.

### **10.1. Trabalhos futuros**

O trabalho apresentado permitiu desenvolver um modelo conceptual que agiliza a incorporação de dados geológicos e geotécnicos na produção de cartografia geotécnica em áreas urbanas, com repercussões diretas ao nível do uso do solo. No entanto, a proposta metodológica apresentada está naturalmente incompleta, devendo os resultados desta Tese ser interpretados como uma primeira iteração no sentido de incorporar de forma explícita e eficaz a informação do subsolo nas políticas de planeamento urbano. Os tópicos seguintes, traduzem de forma simplificada, a opinião da autora, sobre alguns dos trabalhos futuros que deverão ser promovidos, quer no que diz respeito aos dados de base (aspeto muitas vezes menorizado, mas cuja qualidade é fundamental para suportar resultados fiáveis) quer no que concerne aos procedimentos.

A plataforma GeoSIG permitiu implementar medidas visando a normalização dos dados. A opção de campos com listas de seleção pré-definidas em detrimento de campos descritivos, promoveu a minimização da subjetividade na introdução de dados, alguns essenciais para o desenvolvimento futuro de um modelo geológico/geotécnico tridimensional.

Este modelo, quando em funcionamento e a título de exemplo, permitirá avaliar o impacto das estruturas e infraestruturas enterradas no regime hidrogeológico local.

Esta plataforma também permitirá, de futuro, promover práticas de uniformização na entrega da informação, pois pretende-se que os relatórios geológicos/geotécnicos sejam introduzidos diretamente na aplicação, pelas empresas, cabendo aos técnicos da CML a validação dos dados introduzidos.

É ainda um objetivo futuro a inclusão de outros ensaios *in situ*, ensaios laboratoriais e os resultados das campanhas de prospeção geofísica, permitindo o desenvolvimento de estudos de caracterização de efeitos de sítio, como o potencial de liquefação e a mobilidade cíclica.

A cartografia de direção do fluxo superficial e zonas de acumulação de água agora apresentada procurou dotar a cartografia de âmbito geomorfológico de informação adicional, relativa ao sentido dos fluxos de drenagem superficial, que permitirá, em trabalhos futuros, o desenvolvimento de modelos que permitam o estudo dos fenómenos de escorrência e potencial erosão hídrica dos solos, em zonas desocupadas da cidade, temática premente no cenário de alterações climáticas que se avizinha.



Outra perspetiva que resultou do presente trabalho é a identificação de recursos que, com tratamento específico, possam ser reutilizados para fins menos nobres, tais como a rega de espaço verdes e a lavagem de pavimentos e outros espaços públicos, poupando as águas com melhores características para o abastecimento público. Do ponto de vista da sustentabilidade do território e a título de exemplo, poderia promover-se o reaproveitamento da água captada/bombada nas estações do metropolitano que, segundo informação disponível, é armazenada em reservatórios e descarregada no sistema de drenagem de pluviais quando o seu limite de capacidade é atingido.

Outra das linhas de desenvolvimento futuro, tendo por base a informação geológica e hidrogeológica disponível na BD GeoSIG é o aproveitamento das fontes de geotermia de baixa entalpia para efeitos de climatização urbana. Estes recursos energéticos renováveis permitem uma redução das emissões de carbono, promovendo a sustentabilidade.



## Referências bibliográficas

---

- Abrantes, P. (2016). Ordenamento e Planeamento do Território. Em: AML (eds), *Atlas Digital da Área Metropolitana de Lisboa*. 17 pp.
- Afonso, M.J.; Chaminé, H.I.; Gomes, A.; Fonseca, P.; Marques, J.M.; Guimarães, L.; Guilhermino, L.; Teixeira, J.; Martins Carvalho, J. e Rocha, F.T. (2006). Urban hydrogeomorphology and geology of the Porto metropolitan area (NW Portugal). *Proceedings of the 10 th Congress of the International Association for Engineering Geology and the Environment in Engineering Geology for Tomorrow's Cities*. Geological Society, London, 22, 317, paper number 92.
- AGS (2004) Electronic Transfer of Geotechnical and Geoenvironmental Data, Edition 3.1.(including Addendum May 2005), Association of Geotechnical and Geoenvironmental Specialists. Acedido a 12-08-2014, em <http://www.ags.org.uk>.
- Almeida, I.M. (1991). *Caraterísticas Geotécnicas dos Solos de Lisboa*. Tese de Doutoramento em Geotecnia. Faculdade de Ciências - Universidade de Lisboa, Lisboa. 485 pp.
- Almeida, I.M. (1994). *Lisboa Antes do Homem. Lisboa Subterrânea*. Museu Nacional de Arqueologia. Electa. Lisboa, 4 pp.
- Almeida, F.M. e Almeida, I. (1997). Contribuição para a atualização da Carta Geológica do Concelho de Lisboa. *Atas do 6º Congresso Nacional de Geotecnia*. IST, Lisboa. pp. 107-115.
- Almeida, C.; Mendonça, J.J.L.; Jesus, M.R. e Gomes, A.J. (2000). Unidade Hidrogeológica: Orla Ocidental. Em: *Sistemas Aquíferos de Portugal Continental*. Instituto da Água, Lisboa. pp. 134-155.
- Almeida, I.M., Marques, F.M.S.F. e Almeida, G.B. (2003a). Spatial geotechnical database for planning and design in the Lisbon area (Portugal). In: Iu, V.P., Lamas, L.N.; Li, Y-P (eds). *Proceedings of the 9th International Conference Enhancement Promot Comput. Methods Eng. Science*. A. A. Balkema, Macao, China, 25-28 November 2003. pp. 509-514.
- Almeida, G., Espírito Santo, G., Pinto, M.J. e Ferreira, M. (2006a). Cartografia Geológica e Geotécnica do Concelho de Lisboa. *Atas da Conferência Regional - Cartografia geológica aplicada a áreas urbanas. O caso da Área Metropolitana de Lisboa*. AML, Alcochete. pp. 26-33.

- Almeida, I.M., Almeida, F., Gonçalves, J., Lains, J., Pinto, S., Azevedo, A.C., Cabral, J., Cabral, M.C. e Marques, F. (2006b). Levantamentos geológicos no Túnel do Rossio. *Atas do VII Congresso Nacional de Geologia*. Universidade de Évora, Évora. pp. 755-758.
- Almeida, I.M.; Teves Costa, P.; Lopes, I. e Pinto, C. (2007a). Estimation of site effects modeling parameters using a geotechnical database. [CD-ROM]. *Proceedings of the 4th International Conference on Earthquake Geotechnical Engineering*. Thessaloniki, Greece. No. 1446. 12 pp.
- Almeida, I.M.; Almeida, G.; Lopes, I. e Pinto, C. (2007b). Subsurface 3D Engineering Geological Mapping Using a Geotechnical Database. *Proceedings of the 3rd International Conference on Site Characterization*. Taipei, Taiwan. No. A03-076. pp 789-792.
- Almeida, I.M.; Almeida, G.; Pinto, C.; Espírito-Santo, G. e Vicente, J. (2008a). Geotechnical subsoil modeling using GIS with geotechnical and archaeological databases. [CD-ROM]. *Proceedings of the II European Conference of International Association for Engineering Geology – EUROENGE – Cities and their underground environment*. Madrid. 6 pp.
- Almeida, I.M.; Pinto, C.; Almeida, G.; Espírito-Santo, G.; Muñoz, M. (2008b). Cartografia Geotécnica em áreas urbanas – Caso de Estudo. [CD-ROM]. *Atas do XI Congresso Nacional de Geotecnia*. Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra, Coimbra. 8 pp.
- Almeida, I.M. (2008c) Geologia urbana, cartografia geotécnica e bases de dados, in Mateus, A. (Coord.), *Megacidades: o nosso futuro global*. Departamento de Geologia da FCUL, Lisboa, pp. 3-5. Acedido 15-09-2020, em <http://geologia.fc.ul.pt/documents/108.pdf>.
- Almeida, G. (2008d) Aspetos geológicos no projeto de estruturas subterrâneas em áreas urbanas, in Mateus, A. (Coord.), *Megacidades: o nosso futuro global*. Departamento de Geologia da FCUL, Lisboa, pp. 3-5. Acedido 15-09-2020, em <http://geologia.fc.ul.pt/documents/108.pdf>.
- Almeida, I.M.; Teves Costa, P. e Pinto, C. (2009a). Aplicação da Base de Dados Geotécnicos do Concelho de Lisboa na Modelação de Efeitos de Sítio. [CD-ROM]. *Atas do 6º Simpósio de Meteorologia e Geofísica da APMG – Desastres Naturais – Um Desafio para a Humanidade*. Caparica. 6 pp.
- Almeida, G.; Almeida, I.M.; Silva, M.C.R.; Jeremias, F.T.; Pinto, C. e Muñoz, M. (2009b). Engineering geological role on cemetery planning – Lisbon Carnide’s Cemetery Case Study. In: M.Hamza *et al.* (eds.). *Proceedings of the 17th International Conference on Soil Mechanics & Geotechnical Engineering*. Alexandria, Egypt. pp. 2593-2596: doi:10.3233/978-1-60750-031-5-2593.

- Almeida, I.M.; Almeida, G.; Pinto, C.; e Machado Leite, A. (2009c). Applications de une base de donnés géotechniques à la urbanisation de la ville de Lisbonne. *Actes du 1<sup>er</sup> Symposium Méditerranéen de Geoengineering – SMGE'09*. Alger, Algeria, 20-21 juin 2009. 10 pp.
- Almeida, I.M.; Pinto, C.; Matildes, R.; Taborda, R.; Jeremias, F.T. e Almeida, G. (2010a). Utilização do Sistema de Informação Geocientífico GeoSIS\_Lx na gestão dos dados geotécnicos de Lisboa. *Atas do 12<sup>o</sup> Congresso Nacional de Geotecnia – Geotecnia e Desenvolvimento Sustentável*. Universidade do Minho, Guimarães. 26-29 abril 2010. pp. 47-56.
- Almeida, I.M, Matildes, R., Taborda, R., Carreira, D., Pinto, C. e Jeremias, F.T. (2010b). GeoSIS\_Lx a Geoscientific Information System for Lisbon Geotechnical Data Management. In: Williams *et al.* (eds). *Proceedings of the IAEG 2010 Congress - Geologically Active*. Taylor & Francis Group, London. pp. 1611-1618.
- Almeida, G. (2011a). Aspetos geológicos no projeto de estruturas subterrâneas em áreas urbanas. Megacidades. O nosso futuro global. *Geonovas*. **23** e **24**: 87-88.
- Almeida, I.M. (2011b). Geologia urbana, cartografia geotécnica e bases de dados. Megacidades. O nosso futuro global. *Geonovas*. **23** e **24**: 93-94.
- Almeida, I.; Lopes, I.; Marques, F.; Almeida, G. e Pinto, C. (2014). Normalização da Terminologia e Simbologia na Prospeção Geotécnica. [CD-ROM]. *Atas do 14<sup>o</sup> Congresso Nacional de Geotecnia – Geotecnia nas Infraestruturas*. Universidade da Beira Interior, Covilhã. 6-9 abril 2014.
- Almeida, E.R. (2015). *Modelação hidrológica de inundações urbanas baseada em dados geoespaciais de alta resolução*. Dissertação apresentada à Universidade de Lisboa para obtenção do grau de mestre em Engenharia Geográfica. 110 pp.
- Andrade, R.F. (2005). *Mapeamento Geotécnico Preliminar em escala de semi-detalle (1:25.000) da área de expansão urbana de Uberlândia – MG*. Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia Civil da Universidade Federal da Uberlândia, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil. 135 pp.
- Andrade, P.S.; Quinta-Ferreira, M. (2017). A cartografia geológico-geotécnica aplicada à geotecnia. Exemplos de aplicação em Portugal. *Memorias R.Soc.Esp.Hist.Nat.*, 2.<sup>a</sup> ép, 14.

- Andriamamonjisoa, S.N., Hubert-Ferrari, A. (2019). Combining geology, geomorphology and geotechnical data for a safer urban extension: Application to the Antananarivo capital city (Madagascar), *Journal of African Earth Sciences* (2019), doi: <https://doi.org/10.1016/j.jafrearsci.2018.12.003>.
- Antoniou, A.A.; Papadimitriou, A.G.; Tsiambaos, G. (2008). A geographical information system managing geotechnical data for Athens (Greece) and its use for automated seismic microzonation. *Nat Hazards* (2008) **47**: 369-395. doi 10.1007/s11069-008-9226-6.
- Antunes, M.T. e Pais, J. (1993). The Neogene of Portugal. *Proceedings of the 1<sup>st</sup> R.C.A.N.S. Congress*, Lisboa. In: *Ciências da Terra*. **12**: 7-22.
- Bastos, G. (2005). *Estruturação de Banco de Dados a partir do mapeamento geotécnico aplicado à região de Ribeirão Preto*. Tese apresentada na Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, como um dos requisitos para a obtenção do título de Doutor em Engenharia – Área Geotecnia. 306 pp.
- Berthou, P.Y. (1973). Le Cénomanién de L’Estrémadure Portugaise. *Memórias dos Serviços Geológicos de Portugal*. **23**: 1-168.
- Baptista, M.A.; Miranda, J.M.; Chierici, F. e Zitellini, N. (2003). New study of the 1755 earthquake source based on multi-channel seismic survey data and tsunami modeling. *Natural Hazards and Earth System Sciences*. **3**: 333-340.
- Baptista, M.A. e Miranda, J.M. (2009). Revision of the Portuguese catalog of tsunamis. *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.* **9**: 25-42.
- Baptista, M.A.; Miranda, J.M.; Omira, R. e Antunes, C. (2011). Potential inundation of Lisbon downtown by a 1755-like tsunami. *Nat. Hazards Earth Syst Sci.* **11**: 3319-3326.
- Bezzeghoud, M. e Borges, J.F. (2003). Mecanismos focais dos sismos em Portugal Continental e margem adjacent. Sismicidade de la Península Ibérica: In E. Buforn y U. Dias (eds). *Física de la tierra*. **15**: 229-245.
- Bezzeghoud, M.; Adam, C.; Buforn, E.; Borges, J.F. e Caldeira, B. (2014). Seismicity along the Azores-Gibraltar region and global plate kinematics. *J Seismol* **18**: 205-220: doi: 10.1007/s10950-013-9416-x.
- Bock, H. (2006). Common ground in engineering geology, soil mechanics and rock mechanics: past, present and future. *Bull Eng Geol Env* **65**: 209-216.

- Borges, J.F.; Fitas, A.; Bezzeghoud, M. e Teves-Costa, P. (2001). Seismotectonics of Portugal and its adjacent Atlantic Area. *Tectonophysics*. **337**: 373-387.
- BGS (British Geological Survey) (2016). *Future of Cities – Development Underground*. 13 pp.
- Cabral, J. (1995). Neotectónica em Portugal Continental. *Memórias do Instituto Geológico e Mineiro*. **31**. 265 pp.
- Cabral, J. (2003). A Geologia na avaliação da perigosidade sísmica. *Atas do Seminário “Riscos Geológicos”*. Associação Portuguesa de Geólogos. pp. 25-34.
- Cabral, J. (2012). Neotectonics of mainland Portugal: state of the art and future perspectives. *Journal of Iberian Geology*. **38 (1)**: 71-84.
- Cabral, J.; Moniz, C.; Batlló, J.; Figueiredo, P.; Carvalho, J.; Matias, L.; Teves-Costa, P.; Dias, R. e Simão, N. (2013). The 1909 Benavente (Portugal) earthquake: search for the source. *Nat Hazards*. **69**: 1211-1227.
- Câmara Municipal de Lisboa (2009). *Guia dos Parques, Jardins e Geomonumentos de Lisboa*. Pelouro de Ambiente, Espaços Verdes, Plano Verde, Higiene Urbana e Espaço Público. 372 pp.
- Câmara Municipal de Lisboa (1941). Águas de Lisboa. Acedido a 07/08/2020, em [http://hemerotecadigital.cm-lisboa.pt/RaridadesBibliograficas/AguasdeLisboa/AguasdeLisboa\\_master/AguasdeLisboa.pdf](http://hemerotecadigital.cm-lisboa.pt/RaridadesBibliograficas/AguasdeLisboa/AguasdeLisboa_master/AguasdeLisboa.pdf)
- CML - Câmara Municipal de Lisboa (2012). *Plano Diretor Municipal de Lisboa*. Acedido a 07-03-2020, em <https://www.lisboa.pt/cidade/urbanismo/planeamento-urbano/plano-diretor-municipal>.
- Câmara Municipal de Lisboa (2020). Exposição “Água Vai”. Acedido em 07-07-2020, em <http://www.cm-lisboa.pt/exposicao-agua-vai/ribeira-de-alcantara>.
- Campbell, D., De Beer, J.; Mileby, S.; Campenhout, I.; Meulen, M.; Eriksson, I.; Ganerod, G.; Lawrence, D.; Bacic, M.; Donald, A.; Gogu, C.R.; Jelenek, J. (2017). Transforming the relationships between geoscientists and urban decision-makers: European Cost Sub-Urban Action (TU1206). *Procedia Engineering*, **209**: 4-11. 10.1016/j.proeng.2017.11.124.
- Carneiro, J. e Carvalho, J.M. (2009). Groundwater modelling as an urban planning tool: issues raised by a small-scale model. *Quaternary Journal of Engineering Geology and Hydrogeology*. **43**: 157-170.

- Carvalho, J.; Matias, H.; Torres, L.; Manupella, G.; Pereira, R. e Mendes-Víctor, L. (2005). The structural and sedimentar evolution of the Arruda and Lower Tagus sub-basins, Portugal. *Marine and Petroleum Geology*. **22** (3): 427-453.
- Carvalho, A. (2007). *Modelação Estocástica da ação sísmica em Portugal Continental*. Tese de Doutoramento em Ciências da Engenharia. Instituto Superior Técnico - Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa. 392 pp.
- Cavaleiro, V.M.P. (2001). *Condicionantes geotécnicas à expansão do núcleo urbano da Covilhã*. Tese de Doutoramento em Engenharia Civil. Universidade da Beira Interior, Covilhã. 330 pp.
- Cavaleiro, V.M.; Rodrigues-Carvalho, J.A. e Gomes, L.F. (2006). Geotechnical mapping in the área of Covilhã, Portugal. A methodology using GIS. In: *Proceedings oh the IAEG Conference*. The Geological Society of London, Paper number 211. 8 pp.
- Chaminé, H.I.; Afonso, M.J.; Silva, R.; Monteiro, R., Teixeira, J.; Moreira, P.; Meixedo, J.P. e Trigo, J.F. (2010). Da teoria à prática em geotecnia urbana de maciços rochosos: o exemplo da zona ribeirinha de Gaia. *Tecnologia e Vida, Revista da Secção Regional do Norte da ANET*, Porto, volume 6, pp. 39-45.
- Chaminé, H.I.; Teixeira, J.; Freitas, L.; Pires, A.; Silva, R.S.; Pinho, T.; Monteiro, R.; Costa. A.L.; Abreu, T.; Trigo, J.F.; Afonso, M.J. e Martins Carvalho, J. (2016). From engineering geosciences mapping towards sustainable urban planning. *European Geologist Journal*, n.º **41**, pp 16-25.
- Choffat, P. (1889). Étude géologique du tunnel du Rocio. Contribution à la connaissance du sous-sol de Lisbonne. *Memórias da Comissão dos Trabalhos Geológicos de Portugal*. pp. 106.
- COBA (2003). Carta Geotécnica do Porto: Notícia Explicativa e Cartas. 2ª edição. Câmara Municipal do Porto / COBA /FCUP. 223 pp.
- Codd, E.F. (1970). A Relational Model of Data for Large Shared Data Banks. *Communications of the ACM*. **13** (6): 377-387.
- Coelho, A.G. (1980). *A cartografia geotécnica no planeamento regional e urbano. Experiência de aplicação na região de Setúbal*. Tese para Especialista. Laboratório Nacional de Engenharia Civil. Ministério da Habitação e Obras Pùblicas, Lisboa, 157 pp.
- Coelho, A.G. (1984). Influência das condições geológicas locais sobre os efeitos dos sismos. *Geonovas*. **7**: 149-156.



- Coelho, A.G. (2008) Geologia de cidade, in Mateus, A. (Coord.), *Megacidades: o nosso futuro global*. Departamento de Geologia da FCUL, Lisboa, pp. 3-5. Acedido 15-09-2020, em <http://geologia.fc.ul.pt/documents/108.pdf>.
- Costa, A.L.M. (2014). *Cartografia e avaliação geotécnica de blocos rochosos em plataformas costeiras (Gaia, NW Portugal)*. Dissertação apresentada ao Instituto Superior de Engenharia do Porto para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Geotécnica e Ambiente. Porto, 224 pp.
- Cotter, J.C.B. (1956). O Miocénico Marinho de Lisboa (Publicação Póstuma). *Comunicações dos Serviços Geológicos de Portugal*. Direção Geral de Minas e Serviços Geológicos. 174 pp.
- Culshaw, M.G. e Ellison, R. (2002). Geological Maps: Their new importance in a user driven digital age. Engineering Geology for Developing Countries. In: J.L. van Rooy and C.A. Jermy (eds). *Proceedings of 9<sup>th</sup> Congress of the International Association for Engineering Geology and the Environment*. Durban, South Africa. pp 67-91.
- Culshaw, M.G.; Jackson, I. e Giles, J.R.A. (2006). The provision of digital spatial data for engineering geologists. *Bulletin of Engineering Geology and the Environment*. **65** (2): 185-194.
- Culshaw, M.G.; Price, S.J. (2011). The 2010 Hans Cloos Lecture: The Contribution of Urban Geology to the Development, Regeneration and Conservation of Cities. *Bulletin of Engineering Geology and the Environment*. **70** (3): 333-376. doi 10.1007/s10064-011-0377-4
- Culshaw, M.G., Northmore, K.J., McCann, D.M. (2018). A Short History of Engineering Geology and Geophysics at the british Geological Survey – Part 2: Engineering Geological Mapping. In A. Shakoor and K. Cato (eds), *IAEG/AEG Annual Meeting Proceedings*, San Francisco, California, 2018, Volume 1, pp 45-52. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-93124-1\\_6](https://doi.org/10.1007/978-3-319-93124-1_6).
- Culshaw M. (2018) *Engineering Geological Maps*. In: Bobrowsky P.T., Marker B. (eds) Encyclopedia of Engineering Geology. Encyclopedia of Earth Sciences Series. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-73568-9\\_106](https://doi.org/10.1007/978-3-319-73568-9_106)
- Cunha, T.A.; Matias, L.M.; Terrinha, P.; Negredo, A.M.; Rosas, F.; Fernandes, R.M.S. e Pinheiro, L.M. (2012). Neotectonics of the SW Iberia margin, Gulf of Cadiz and Alboran Sea: a reassessment including recent structural, seismic and geodetic data. *Geophys. J. Int.* **188**: 850-872: doi: 10.1111/j.1365-246X.2011.05328.x.

- Cunha, J.; Gonçalves, L.M.S.; Aguilera, F.; Roldan, P.A.; Pinto, C. (2017). Subsurface dynamic evaluation to identify old quarries in urban áreas: Lisbon city case study. *In: Urban Subsurface Planning and Management Week. SUB-URBAN 2017, 13-16 march 2017, Bucharest, Romania, Procedia Engineering* **209**: 195-201.
- Custódio, S.; Dias, N.A.; Carrilho, F.; Góngora, E.; Rio, I.; Marreiros, C.; Morais, I.; Alves, P. e Matias, L. (2015). Earthquakes in western Iberia: improving the understanding of lithospheric deformation in a slowly deforming region. *Geophys. J. Int.* **203**: 127-145, doi:10.1093/gji/ggv285.
- DB-Engines (2020) Db-Engines Ranking. Acedido em 01/05/2020: <https://db-engines.com/en/ranking>.
- Dearman, W.R.; Fookes, P.G. (1974). Engineering Geological Mapping for Civil Engineering Practice in the United Kingdom. *Q. JI Engng Geol.*, Volume 7, pp. 223-256.
- Dearman, W.R.; Matula, M. (1976). Environmental Aspects of Engineering Geological Mapping. *Bulletin of the IAEG*, Number 14, pp 141-146.
- Dearman, W.R. (1991). *Engineering Geological Mapping*. Butterworth Heineman. Oxford. 396 pp. ISBN: 978-0-7506-1010-0
- Dearman, W.R.; Eyles, N. (1982). An Engineering Geological Map of the Soils and Rocks of the United Kingdom. *Bulletin of the IAEG*, Number 25, pp 3-18.
- DGT (2016). *Carta Administrativa Oficial de Portugal*. Acedido a 17 de fevereiro de 2020, em: [http://www.dgterritorio.pt/cartografia\\_e\\_geodesia/cartografia/carta\\_administrativa\\_oficial\\_de\\_portugal\\_caop/](http://www.dgterritorio.pt/cartografia_e_geodesia/cartografia/carta_administrativa_oficial_de_portugal_caop/).
- Dias, R. e Pais, J. (2009). Homogeneização da Cartografia Geológica do Cenozóico da Área Metropolitana de Lisboa. *Comunicações Geológicas*. **96**: 39-50.
- Dobbs, M.R., Culshaw, M.G., Northmore, K.J., Reeves, H.J, Entwisle, D.C. (2012). A methodology for creating national engineering geological maps of the UK. *Q.J. Eng. Geol. Hydrogeolol.* **45**:335-347
- Dong, M.; Neukum, C.; Hu, H.; Azzam, R. (2015). Real 3D geotechnical modeling in engineering geology: a case study from the inner city of Aachen, Germany. *Bull Eng Geol Environ (2015)* **74**:281-300. Doi 10-1007/s10064-014-0640-6.

- Duarte, J.; Rosas, F.; Terrinha, P.; Gutscher, M.A.; Malavielle, J.; Silva, S. e Matias, L. (2011). Thrust-wrench interference tectonics in the Gulf of Cadiz (Africa-Iberia plate boundary in the North-East Atlantic): Insights from analog models. *Marine Geology*, **289** (1-4): 135-149.
- Duarte, J.C.; Rosas, F.M.; Terrinha, P.; Schellart, W.P.; Boutelier, D.; Gutscher, M.A. e Ribeiro, A. (2013). Are subduction zones invading the Atlantic? Evidence from the southwest Iberia margin. *Geology*. **41** (8): 839-842: doi: 10.1130/G34100.1.
- Duncková, L., Bednarik, M., Krcmár, D., Marschalko, M., Tornyai, R. (2018). GIS-based multicriteria evaluation of Foundation conditions. *Bulletin of Engineering Geology and the Environment* (2019) **78**:2903-2917. <https://doi.org/10.1007/s10064-018-1283-9>
- El May, M.; Dlala, M.; Chenini, I. (2010). Urban geological mapping: Geotechnical data analysis for rational development planning. *Engineering Geology*, **116**:129-138.
- EN 1997-1 - Eurocódigo 7 (2004). Norma Portuguesa EN 1997-2: 2006. Projeto Geotécnico. Parte I: Regras gerais. 179 pp.
- EN 1997-2 - Eurocódigo 7 (2006). Norma Portuguesa EN 1997-2: 2006. Projeto Geotécnico. Parte II: Caracterização geotécnica-Prospecção e ensaios. 222 pp.
- EN 1998-1- Eurocódigo 8 (2004). Norma Portuguesa EN 1998-1:2004. Projeto de estruturas para resistência aos sismos. Parte 1: Regras gerais, ações sísmicas e regras para edifícios.
- EPAL (2008). EPAL, 140 anos (1868-2008). Acedido a 04/07/2020 em [https://repositorio.ul.pt/bitstream/10451/20817/1/ICS\\_RACarvalho\\_Abastecimento\\_Outreach.pdf](https://repositorio.ul.pt/bitstream/10451/20817/1/ICS_RACarvalho_Abastecimento_Outreach.pdf)
- European Environment Agency (EEA) (2018). Corine Land Cover 2018, Versão 2020\_20u1. Acedido a 07/10/2020 em: <https://land.copernicus.eu/pan-european/corine-land-cover/clc2018>.
- Espírito Santo, G. (2008) Condicionantes geológico-geotécnicas na ocupação do subsolo, in Mateus, A. (Coord.), *Megacidades: o nosso futuro global*. Departamento de Geologia da FCUL, Lisboa, pp. 3-5. Acedido 15-09-2020, em <http://geologia.fc.ul.pt/documents/108.pdf>.
- ESRI (2019). *Análise Espacial com o ArcGIS Pro*. Course Workbook. 363 pp.
- Felice, P.D.; Spadoni, M.(2015). MAHA: A comprehensive system for the storage and visualization of subsoil data for seismic microzonation. *Computers & Geosciences*, **54** (2013) 113-121.

- Fernandes, R.M.S.; Miranda, J.M.; Meijninger, B.M.L.; Bos, M.S.; Noomen, R.; Bastos, L.; Ambrosius, B.A.C. e Riva, R.E.M. (2007). Surface velocity field of the Ibero-Maghrebian segment of the Eurasia-Nubia plate boundary. *Geophys. J. Int.* **169**: 315-324: doi: 10.1111/j.1365-246X.2006.03252.x.
- Fernandes, J.A.R. (2019). PNPOT alterado: (mais) uma oportunidade para a valorização da Geografia no desenvolvimento do país. *Public Policy Portuguese Journal.* **4 (2)**: 12-13.
- Ferrão, J. (2019). O Programa Nacional da Política de Ordenamento do Território: da ideia à prática. *Public Policy Portuguese Journal.* **4 (2)**: 7-11.
- Figueiredo, P.M.; Cabral, J. e Rockwell, T.K. (2013). Recognition of Pleistocene marine terraces in the southwest of Portugal (Iberian Peninsula): evidences of regional Quaternary uplift. *Annals of Geophysics.* **56 (6)**: S0672: doi: 10.4401/ag-6276.
- Freitas, M.C.; Andrade, C. e Silva, T. (2010). Caracterização de eventos Holocénicos de alta energia no estuário do Tejo. Relatório Técnico produzido no âmbito do Projeto de Investigação “Avaliação de Riscos Naturais e Tecnológicos na cidade de Lisboa. LISBOA-02-3207-FEDER-000044-QREN.
- Galopim de Carvalho, A.M. (1989). Exomuseu de Geologia. *Atas do Encontro Nacional do Ambiente, Turismo e Cultura.* Lisboa/Sintra. 10 pp.
- Galopim de Carvalho, A.M. (1998). Geomonumentos de Lisboa. Dossier de Imprensa. Ambiente e Espaços Verdes. Câmara Municipal de Lisboa, 11 pp.
- Galopim de Carvalho, A.M. (1999). Geomonumentos: Uma reflexão sobre a sua caracterização e enquadramento num projeto nacional de defesa e valorização do património natural. In: Liga dos Amigos de Conímbriga (eds). 30 pp.
- Galopim de Carvalho, A.M. (2000). Jazida de Briozóários do Miocénico Inferior de Lisboa – Pólo Sampaio Bruno. Museu Nacional de História Natural. In: Câmara Municipal de Lisboa (eds). 36 pp.
- Galopim de Carvalho, A.M. (2011). Lisboa, Geodiversidade e Geoconservação. *Arquitetura Paisagista*, Nº 7, Junho a Dezembro 2011, Lisboa. 88 pp.
- Gomes, L.M.F. (1995). Classificação de solos para usos urbanos: considerações em torno dos aspetos geotécnicos. *Engenharia Civil*, Número 4, pp 67-74.

- Gomes, E. (2014). *Análise Espacial das Componentes de Terreno, obtidas a partir do Modelo Numérico Altimétrico à escala 1:1000 e da Cartografia Histórica. Relatório do Estágio de Valorização Profissional. Câmara Municipal de Lisboa. 22 pp.*
- Gomes, S.M.P. (2016) *Geotecnia urbana de Amarante: estudos preliminares para uma cartografia geotécnica*. Dissertação apresentada ao Instituto Superior de Engenharia do Porto para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Geotécnica e Geoambiente. 198 pp.
- González, R.C.L.; Ulloa, B.M.; Otón, M.P. (2017). The underground of European cities in planning documents: the case of A Coruña (Spain). *Procedia Engineering*, **209**: 42-48.
- Griffiths, J.S. (2015). *Geological Maps: Engineering Geology*. In: Reference Module in Earth Systems and Environmental Sciences, Elsevier, 2015, pages 463-474. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-409548-9.09568-3>.
- Griffiths, J.S. (2019). *Engineering Geology: Geological Maps for Engineering Geology*. Reference Module in Earth Systems and Environmental Sciences. Elsevier, 2019. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-409548-9.11849-4>.
- Gurriarán, J.A. (1997). *Lisboa – Uma cidade inesquecível*. In: Limite Visual (eds). 422 pp. ISBN 84-923286-0-6.
- Hirata, R.; Stimson, J.; Varnier, C. (2006). Urban hydrogeology in developing countries: a foreseeable crisis. In *Proceedings of the International Symposium on groundwater sustainability (ISGWAS)*, pp. 71-78.
- IAEG (1976). *Engineering geological maps. A guide to their preparation*. The UNESCO Press. Paris. 79pp.
- IAEG (1979). “*Engineering Geological Mapping – Classification of rocks and soils for engineering geological mapping*”. Part 1: Rock and Soil materials, *Bull IAEG*. **19**: 364-371.
- IAEG (1981a). *Rock and soil description and classification for engineering geological mapping*. Report by the IAEG Commission on Engineering Geological Mapping. *Bull IAEG*. **24**: 235-274.
- IAEG (1981b). *Recommended symbols for engineering geological mapping*. Report by the IAEG Commission on Engineering Geological Mapping. *Bull IAEG*. **24**: 227-234.
- IAEG (2005) – *Special purpose mapping for waste disposal sites*. *Bull. IAEG*, **64**: 1-54.

- IH (2015). *Modelo Batimétrico do Rio Tejo (resolução espacial – 100 metros). Shapefile e Ficha de Metadados*. Atualizado a 01-10-2015, em: <https://www.hidrografico.pt/op/33>.
- INE (2011). *Resultados definitivos dos Censos 2011 – XV Recenseamento Geral da População*. Acedido em 07-03-2020, em: [https://www.ine.pt/scripts/flex\\_definitivos/Main.html](https://www.ine.pt/scripts/flex_definitivos/Main.html).
- IPMA (2020). *Mapa dinâmico da atividade sísmica*. Acedido a 02-03-2020, em: <http://www.ipma.pt/pt/geofisica/sismicidade/>.
- ISO 22476-3:2005 – Geotechnical investigation and testing, Field testing, Parte 3: *Standard Penetration Test*
- Kessler, H.; Turner, A.K.; Culshaw, M.G. e Royse, K.R. (2008). Unlocking the potential of digital 3D geological subsurface models for geotechnical engineers. [CD-ROM]. *Proceedings of the II European Conference of International Association for Engineering Geology – EUROENGEOL – Cities and their underground environment*. Madrid. 8 pp.
- Kozliakova, I.; Eremina, O. (2019). Mapping Geological Risk in urban áreas (by the exemple of Moscow, Russia). In: Kallel A. et al. (eds.). *Recent Advances in Geo-Environmental Engineering, Geomechanics and Geotechnics, and Geohazards*. CAJG 2018. Advances in Science, Technology & Innovation (IEREK). Springer, Cham. 395-397. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-01665-4\\_91](https://doi.org/10.1007/978-3-030-01665-4_91).
- Kullberg, J.C. (2000). *Evolução Tectónica Mesozoica da Bacia Lusitaniana*. Tese de Doutoramento em Geologia Estrutural. Faculdade de Ciências e Tecnologia – Universidade Nova de Lisboa, Caparica. 280 pp.
- Kullberg, J.C.; Rocha, R.B.; Soares, A.F.; Rey, J.; Terrinha, P.; Callapez, P. e Martins, L. (2006). A Bacia Lusitaniana: Estratigrafia, Paleogeografia e Tectónica. In: *Geologia de Portugal no contexto da Ibéria*. R. Dias, A. Araújo, P. Terrinha e J.C. Kullberg (eds.). Universidade de Évora, Évora. pp 317-368.
- Kurnaz, T.F.; Ramazanoglu, S.; Karavul, C. (2013). GIS-based data analysis from multiple soil investigations for urban land-use planning: Esenler district, Istanbul (Turkey). *Journal of Food, Agriculture & Environment*, Vol. **11** (3&4): 1707-1714.
- Laiginhas, C. (2008). Gestão de Informação Geocientífica no serviço geológico português. *Atas do 5.º Congresso Luso-Maçombicano de Engenharia*. Maputo, 2-4 setembro. Artigo nr. 12R013. 2 pp.
- Legget, R.F. (1973). *Cities and Geology*. McGraw-Hill Book Co., New York. 1973.

- Leitão, M. (2014). Muralhas de Lisboa. rossio – *Estudos de Lisboa*, nº 3, 2014. Publicação interativa. Gabinete de Estudos Olisiponenses, pg. 10, ISSN: 2183-1327. [http://issuu.com/camara\\_municipal\\_lisboa/docs/rossio\\_3\\_issuu](http://issuu.com/camara_municipal_lisboa/docs/rossio_3_issuu).
- Lemos, C.R.; Gomes, L.M.F.; Hespanha, J.; Pinheiro, L.M. (2011). Cartografia de Zonamento Geotécnico Digital em formato SIG para a região de Aveiro. *Actas das Jornadas da Ria de Aveiro*, 2011. Universidade de Aveiro. 9 pp.
- Lima, J.; Martins, C.; Mendes, M.; Abreu, J.; Lima, I. (2010) Hidrologia Urbana – Conceitos básicos. Entidade Reguladora dos Serviços de Água e Resíduos, Lisboa, 210 pp. ISBN: 978-989-8360-03-8.
- LNEG (2010). *Carta Geológica do Concelho de Lisboa na escala 1.10.000. Formato digital*. Atualizado a 11-09-2018 em: <http://lneg.pt/servicos/235>.
- Look, B.G. (2007). *Handbook of Geotechnical Investigation and Design Tables*. Taylor & Francis/Balkema, London, 346 pp. ISBN: 13:978-0-203-94660-2.
- Lopes, I.M.F. (2001). *Avaliação das condições geológicas e geotécnicas para a caracterização do risco sísmico. Aplicação à Colina do Castelo de São Jorge*. Tese de Mestrado em Geotecnia. Faculdade de Ciências – Universidade de Lisboa. 294 pp.
- Lopes, I.M.F. e Almeida, I.M. (2002). A utilização de dados geotécnicos na cartografia geológica – Aplicação à Colina do Castelo. *Atas do VIII Congresso Nacional de Geotecnia*, Lisboa. pp. 45-54.
- Lopes, L.; Veiga, A.; Velho, J. (2006). Problema de planeamento em zonas de expansão da cidade de Leiria. *Atas do VII Congresso Nacional de Geologia*, Évora, pp. 775-778.
- Leonardo, P.; Quintela, M.; Vaz Leite, A.; Pinto, C. (2016). Indicadores de âmbito geológico/geotécnico como suporte ao planeamento urbano. *Atas do 15º Congresso Nacional de Geotecnia – A Geotecnia e os desafios sociais*, Porto, Junho 2016 (em formato CD Rom).
- Marinos, V., Proutzopoulos, G., Fortsakis, P., Koumoutsakos, D., Korkaris, K., Papouli, D. (2013). Tunnel information and analysis system: a geotechnical database for tunnels. *Geotech. Geol. Eng.* **31(3)**: 891–910. <https://doi.org/10.1007/s10706-012-9570-x>
- Marker, B R. 2009. Geology of megacities and urban areas. in *Engineering Geology for Tomorrow's Cities*. Culshaw, M G, Reeves, H J, Jefferson, I, and Spink, T W (editors). Engineering Geology Special Publications **22**. (Bath, UK: Geological Society of London.), pp. 33-48.

- Martins, L.; Miranda, R.; Alves, C.; Mata, J.; Madeira, J.; Minhá, J.; Terrinha, P.; Youbi, N. e Bensalah, K. (2010). Mesozoic magmatism at the West Iberian Margins: timing and geochemistry. *Proceedings of the II Central and North Atlantic Conjugate Margins Conference. Re-Discovering the Atlantic, New Minds for an old sea*. Lisbon. Volume III. pp. 172-175.
- Matildes, R.; Taborda, R.; Almeida, I.; Pinto, C. e Jeremias, F.T. (2010a). Modelação Tridimensional da geologia de Lisboa. *Atas do VIII Congresso Nacional de Geologia. e –Terra*, **22** – nº 12. 4p.
- Matildes, R., Pinto, C.; Taborda, R., Almeida, I.M. e Jeremias, F.T. (2010b). 3D geological model of Lisbon. In: Williams *et al.* (eds). *Proceedings of the IAEG 2010 Congress - Geologically Active*. Taylor & Francis Group, London. pp. 2201-2208.
- Matos Fernandes, M. (2011). *Mecânica dos Solos – Introdução à Engenharia Geotécnica*, Volume 2. Edições FEUP. ISBN: 978-972-752-136-4
- Matula, M. (1979). Regional Engineering geological evaluation for planning purposes. *Bull. IAEG*, **19**, 18-24.
- Matula, M. (1981). Recommended Symbols for Engineering Geological Mapping Reported by the IAEG Commission in Engineering Geological Mapping. *Bull. IAEG*. **24**: 227-234.
- Medeiros, E. (2019). O PNPOT 1.0 vs 2.0. Uma visão crítica de estratégia e modelo territorial. *Public Policy Portuguese Journal*. **4 (2)**: 14-34.
- Mendonça, J. Lopo (2016). A importância da água subterrânea no concelho de Lisboa em situação de crise extrema. 37 pp. doi:10.13140/RG.2.2.24988.90240.
- Miranda, R.; Valadares, V.; Terrinha, P.; Mata, J.; Azevedo, M.R.; Gaspar, M.; Kullberg, J.C. e Ribeiro, C. (2009). Age constraints on the Late Cretaceous alkaline magmatism in the West Iberian Margin. *Cretaceous Research*. **30**: 575-586.
- Miranda, R. (2010). *Petrogenesis and Geochronology of the Late Cretaceous Alkaline Magmatism in the West Iberian Margin*. Tese de Doutoramento em Geodinâmica Interna. Faculdade de Ciências - Universidade de Lisboa, Lisboa. 488 pp.
- Moitinho de Almeida, F. (1986). Notícia Explicativa e 4 Folhas da Carta Geológica do concelho de Lisboa, na escala 1:10 000. Serviços Geológico de Portugal.
- Moniz, C. (2010). *Contributo para o conhecimento da falha de Pinhal-Novo – Alcochete, no âmbito da Neotectónica do Vale Inferior do Tejo*. Tese de Mestrado em Geologia Estrutural. Faculdade de Ciências - Universidade de Lisboa, Lisboa. 128 pp.



- Monteiro, R. I. M. R. (2008). *Estudo geológico e geotécnico de taludes rochosos em S. Pedro da Afurada (Vila Nova de Gaia): contributos para a avaliação da estabilidade estrutural*. Dissertação apresentada ao Instituto Superior de Engenharia do Porto para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Geotécnica e Ambiente. Porto, 173 pp.
- Moreira, V.S. (1984). Contribuição para o conhecimento da sismicidade histórica de Portugal Continental. *Revista do Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica* (edição especial), Lisboa.
- Moreira, V.S. (1991). Sismicidade Histórica de Portugal Continental. *Revista do Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica* (edição revista), Lisboa. 79 pp.
- Munõz, M.; Pinto, C.; Vicente, J.; Almeida, G.; Ruivo, L.; Matos, R. e Moura, C. (2009). Relatório Síntese da Estrutura Patrimonial – Património Arqueológico e Geológico – Ocorrência Hidrominerais de Alfama. Revisão do PDM. Câmara Municipal de Lisboa, 9 pp.
- Neto, P. (2019). O PNPOT e a territorialização das políticas públicas em Portugal. *Public Policy Portuguese Journal*. **4 (2)**: 116-133.
- Oliveira, R.; Gomes, C.; Noronha, F. e Borges, L. (1995). Características geológicas e geotécnicas da Cidade do Porto (Carta Geotécnica do Porto). Em: *Atas do V Congresso Nacional de Geotecnia*. SPG, Coimbra, pp 119-132.
- Oliveira, R.; Gomes, C.; Guimarães, S. (2006). Engineering geological map of Oporto: A municipal toll for planning and awareness of urban geoscience. *Proceedings of the IAEG Conference 2006*. Paper number 615, 7 pp.
- Oliveira, M.D. (2010a). *Estudo Hidrogeológico da sub-bacia hidrográfica de Alcântara – Lisboa*. Tese de Mestrado em Hidrogeologia. Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Lisboa. 209 pp.
- Oliveira, J.T. (2014). Nery Delgado: Pioneiro da Cartografia Geológica dos Terrenos Paleozóicos de Portugal. [Versão eletrónica]. pp. 47-61. Acedido a 07-03-2020, em: <https://www.researchgate.net/publication/261595357>.
- Oliveira, L.; Teves-Costa, P.; Pinto, C.; Gomes, R.C.; Almeida, I.; Pereira, T.; Sotto-Mayor, M; Ferreira, C (2018). Seismic microzonation based on large database of borehole data: Application to Lisbon. *ESC2018: European Seismological Commission 36th General Assembly*. Malte. 2-7 sept 2018 (Poster session S29 – Advances in seismic site response and microzonation for improving the resilience of urban centres – Book of Abstracts S29-443, p. 422

- Oliveira, L.; Teves-Costa, P.; Pinto, C.; Gomes, R.C.; Almeida, I.M.; Ferreira, C.; Pereira, T.; Sotto-Mayor, M. (2019a). Microzonagem sísmica de Lisboa baseada na análise de sondagens geotécnicas. *Revista Portuguesa de Engenharia de Estruturas*. Série III, n.º 11, novembro de 2019, pp. 7-16
- Oliveira, L.; Teves-Costa, P.; Pinto, C.; Gomes, R.C.; Almeida, I.M.; Pereira, T.R.; Sotto-Mayor, M.; Ferreira, C. (2019b). Seismic microzonation based on geotechnical data: Application to Lisbon Town. *IDL ANNUAL CONFERENCE 2019*. Instituto Dom Luiz, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, 4 de junho (Sessão de Posters).
- Oliveira, L.; Teves-Costa, P.; Pinto, C.; Gomes, R.; Almeida, I.; Pereira, T.; Sotto-Mayor, M.; Ferreira, C (2019c). Microzonagem sísmica baseada em dados de sondagens geotécnicas: Aplicação a Lisboa. *Sísmica 2019. Atas do 11.º Congresso Nacional de Sismologia e Engenharia Sísmica*. Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa, 29 e 30 abril
- Oliveira, L.; Teves-Costa, P.; Pinto, C.; Carrilho Gomes, R.; Almeida, I.M.; Ferreira, C.; Pereira, T.; Sotto-Mayor, M. (2020). Seismic microzonation based on large geotechnical database: Application to Lisbon. *Engineering Geology*. **265**:105417
- Pais, J.; Moniz, C.; Cabal, J.; Cardoso, J.L.; Legoinha, P.; Machado, S.; Morais, M.A., Lourenço, C.; Ribeiro, M.L.; Henriques, P.; Falé, P. (2006). Notícia Explicativa e 2.ª Edição da Folha 34-D (Lisboa). Carta Geológica de Portugal, na escala 1:50 000. Instituto Nacional de Engenharia, Tecnologia e Inovação. Lisboa. 74 pp.
- Patinha, P.; Antunes, C. (2008). O e-Geo – Sistema Nacional de Informação Geocientífica. *Atas do 5.º Congresso Luso-Maçombicano de Engenharia*. Maputo, 2-4 setembro. Artigo nr. 12R006. 2 pp.
- PGDL (2015). Relatório do Plano Geral de Drenagem de Lisboa 2016-2030. Câmara Municipal de Lisboa, 345 pp.
- Pinho, T.N.M. (2010). *Geotecnia urbana da zona ribeirinha de Vila Nova de Gaia: criação de uma base de dados SIG geotécnica*. Dissertação apresentada ao Instituto Superior de Engenharia do Porto para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Geotécnica e Ambiente. Porto, 334 pp.
- Pinto, C. (2003). Estudo dos Recursos Hídricos Subterrâneos do Concelho de Lisboa – Zona Ocidental. Relatório elaborado no âmbito do Estágio Profissionalizante. Faculdade de Ciências - Universidade de Lisboa, Lisboa. 202 pp.

- Pinto, M.J. (2005). *Levantamento cartográfico de locais de pedreiras no concelho de Lisboa*. 5º volume da Coleção de Estudos Urbanos – Lisboa XXI. Câmara Municipal de Lisboa, Lisboa. 159 pp.
- Pinto, C.; Vicente, J.; Espírito Santo, G.; Pinto, M. e Almeida, I. (2010). Geomonumentos de Lisboa – Inventariação, divulgação e estratégias de conservação. *Atas do VII Congresso Nacional de Geologia. e-Terra*. **18** – nº **26**. 4 pp.
- Pinto, C.; Vicente, J.; Pinto, M.M.; Espírito Santo, G.; Muñoz, M. e Almeida, I.M. (2011). Inventory, Dissemination and Preservation of the Geological Heritage in urban areas – Lisbon city case study. *Geojournal of Tourism and Geosites*. **2** (8): 263-271.
- Pinto, C. e Almeida, I (2012a). O desenvolvimento do modelo de dados relacional associado à Carta Geotécnica de Lisboa. *Atas do 13º Congresso Nacional de Geotecnia: Pensar e construir com a natureza – Uma visão para a Engenharia*. Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Lisboa. 17-20 Abril 2012.
- Pinto, C.; Almeida, G. e Almeida, I. (2012b). A aplicação da Base de Dados Geotécnicos no Planeamento Urbano na Câmara Municipal de Lisboa. *Atas do 13º Congresso Nacional de Geotecnia: Pensar e construir com a natureza – Uma visão para a Engenharia*. Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Lisboa. 17-20 Abril 2012.
- Pinto, C.; Almeida, I. e G. Almeida (2014). A Geologia de Engenharia no Planeamento Urbano da Câmara Municipal de Lisboa. [CD-ROM]. *Atas do 14º Congresso Nacional de Geotecnia – Geotecnia nas Infraestruturas*. Universidade da Beira Interior, Covilhã. 6-9 abril 2014.
- Pinto, C. (2015) Geomonumentos de Lisboa. *rossio – Estudos de Lisboa*, nº 5, 2015. Publicação interativa. Gabinete de Estudos Olisiponenses, pg. 166, ISSN:2186-1327. [http://issuu.com/camara\\_municipal\\_lisboa/docs/rossio\\_5\\_issuu](http://issuu.com/camara_municipal_lisboa/docs/rossio_5_issuu).
- Pinto, C.; Moitinho de Almeida, I.; Almeida, G.; Domingos, A.; Pais, P. (2016). O Projeto GeoSIG. *Atas do 15º Congresso Nacional de Geotecnia – A Geotecnia e os desafios sociais*, Porto, Junho 2016 (em formato CD Rom).
- Pinto, C.; Domingos, A.; Pinto, M.M.; Pousada, C. (2017). Subsurface and urban planning in Lisbon. City of Lisbon Case Report. Working Group 1 – Cost Sub-Urban, 25 pp.
- Pinto, C.; Inácio, M.; Leonardo, P.; Frias, A. (2019). Geomonumentos de Lisboa – Preservação do Património Geológico em contexto Urbano. *Jornadas de Património Geológico e Geoconservação*. Universidade do Minho. 2-3 maio 2019

- Price, D.G. (2009). *Engineering Geology – Principles and Practice*. Ed. M.H. de Freitas. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 460 pp. ISBN:978-3-540-29249-4
- Ramakrishnan, R. e Gehrke, J. (2003). *Database Management Systems*. McGraw-Hill. 3<sup>rd</sup> Edition, 1065 pp.
- Ramalho, E.C.; Marrero-Diaz, R.;Leitão, M.; Dias, R.; Ramada, A.; Pinto, C. (2020). Alfama Springs, Lisbon, Portugal: Cultural geohéritage throughout the centuries. *Geoheritage(2020)* **12**:74. doi:10.1007/s12371-020-00484-1.
- Ramalho, E.C. e Lourenço, M.C. (2005). As águas de Alfama – memórias do passado da cidade de Lisboa. *Revista da APRH*. **26**: 101-112.
- Ramalho, E.C. e Lourenço, M.C. (2006). As águas de Alfama como património hidrogeológico de Lisboa. *Atas do VII Congresso Nacional de Geologia*. Universidade de Évora, Évora. 4 pp.
- Rebelo, J.A. (1999). *As Cartas Geológicas ao Serviço do Desenvolvimento*. Instituto Geológico e Mineiro. Versão online. Acedido a 01-02-2020, em: [http://www.lneg.pt/CienciaParaTodos/edicoes\\_online/diversos/cartas](http://www.lneg.pt/CienciaParaTodos/edicoes_online/diversos/cartas).
- Reeves, G.M. (2008). William Robert Dearman: Britain's first Professor of engineering geology. *Quarterly Journal of Engineering Geology and Hydrogeology*. **41(2)**: 217-221. Doi:10.1144/1470-9236/07-076.
- Reeves, H.J. e West, T.R. (2009). Geodata for the urban environment. Geological Society, London. *Engineering Geology Special Publications*. **22**: 209-213.
- Rengers, M.; Hack, R.; Huiman, M.; Slob, S.; Zigterman, W. (2002). Information technology applied to engineering geology. *Proceedings of the 9<sup>th</sup> IAEG Congress*, pp 83-105.
- Ribeiro, L. (2016). O Contributo dos Recursos Hídricos Subterrâneos. Acedido em 13/05/2020, em: Empregos para o clima. <http://www.empregos-clima.pt/o-contributo-dos-recursos-hidricos-subterraneos-luis-ribeiro-ist/>
- Rodrigues-Carvalho, J.A.; Silva, A.P.F. e Cavaleiro, V.M.M. (2004). Cartografia geotécnica e ambiental em Portugal. Em: N. Zuquette L.V. & Gandolfi (Ed.). *Proc. 5.º Simpósio Brasileiro de Cartografia Geotécnica e Geoambiental* (p. 190). São Carlos, Brasil: Oficina de Textos, S. Paulo.

- Rodrigues-Carvalho, J.A.; Silva, A.P.F. (2010). Cinquenta Anos de Geologia de Engenharia e a Evolução da Cartografia Geotécnica em Portugal in: *Ciências Geológicas: Ensino, Investigação e sua história. Volume II, Capítulo III – Geologia de Engenharia*, 367-375 pp.
- Rosas, F.M.; Duarte, J.C.; Terrinha, P.; Valadares, V. e Matias, L. (2009). Morphotectonic characterization of major bathymetric lineaments in Gulf of Cadiz (Africa-Iberia plate boundary): Insights from analogue modelling experiments. *Marine Geology*. **261**: 33-47.
- Salgado, F. (2012). Avaliação e mitigação do potencial de liquefação na zona do Terreiro do Paço em Lisboa. *Jornadas do LNEC. Engenharia para a Sociedade, Investigação e Inovação*. 18-20 junho. LNEC. 2 pp.
- Sánchez-Vila, X. (2009). *Urban Hydrogeology*. Luis Silveira and Eduardo J. Usunoff (Eds.). Encyclopedia of Life Support Systems - Groundwater - Volume III, pp. 245-262.
- Santos, M. D. D. (2017). *Problemas geotécnicos associados a solos expansivos em Lisboa*. Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Geológica, 151 pp.
- Self, S. e Entwisle, D. (2006) – The structure and operation of the BGS National Geotechnical Properties Database. Internal Report IR/06/092. British Geological Survey, 60 pp.
- Senos, M.L. e Carrilho, F. (2003). Sismicidade de Portugal Continental. *Física de la tierra*. **15**: 93-110.
- Sharma, B. e Rahman, S.K. (2016). Use of GIS based maps for preliminar assessment of subsoil of Guwahati City. *Journal of Geoscience and Environment Protection*, **4**: 106-116.
- Silva, A.P.F. (1990). *Cartografia geotécnica assistida por computador*. Dissertação apresentada à Universidade Nova de Lisboa para obtenção do grau de Mestre em Geologia de Engenharia. Monte da Caparica, 152 pp.
- Silva, A.P.; Rodrigues-Carvalho, J.A. (2002). Informação geográfica e registos de sondagens – A necessidade de normalização em Portugal. *Atas do VII Congresso Nacional de Geotecnia*. LNEC, Lisboa, pp. 341-344.
- Silva, A.P.F. (2003). *Cartografia geotécnica do Concelho de Almada e o Sistema de Informação Geo-Almada*. Tese de Doutoramento em Geotecnia. Faculdade de Ciências e Tecnologia - Universidade Nova de Lisboa, Caparica. 315 pp.

- Silva, A.P.F.; Rodrigues-Carvalho, J.A. (2006). Engineering geological mapping for the urban planning of Almada County, Portugal. *In: IAEG Conference Proceedings*. The Geological Society of London, Paper number 165. 4 pp.
- Silva, R.M.S. (2009). *Geotecnia urbana da zona ribeirinha de Vila Nova de Gaia (Cais de Gaia, Santa Marinha – Lavadores, Canidelo): uma avaliação preliminar*. Dissertação apresentada ao Instituto Superior de Engenharia do Porto para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Geotécnica e Ambiente. Porto, 367 pp.
- Silva, T. (2013). *Sedimentologia e morfodinâmica de sapais do estuário do Tejo em cenários de alteração climática*. Tese de Mestrado em Geologia do Ambiente, Riscos Geológicos e Ordenamento do Território. Faculdade de Ciências - Universidade de Lisboa, Lisboa. 117 pp.
- Silva, A.M.P. (2015). *Caraterização geológica e geotécnica da área compreendida entre o Lumiar e Olival de Basto*. Dissertação apresentada à Universidade de Lisboa para obtenção do grau de Mestre em Geologia Aplicada – Especialização em Geologia de Engenharia. Lisboa, 185 pp.
- Silva, A.N.; Lira, C.; Taborda, R.; Dias, E.; Catalão, J.; Amorim, A. (2016). *Sistemas de Informação Geográfica: Análise Espacial*. DGRM, Lisboa, Portugal. E-book disponível em [www.sophia-mar.pt](http://www.sophia-mar.pt).
- Simões, M. e Legoinha, P. (2014). Unidades hidroestratigráficas no Miocénio da Bacia do Tejo na região de Almada. *Comunicações Geológicas*. **101(Especial II)**: 717-720.
- SNIRH (2000). *Unidades Hidrogeológicas*. Acedido a 07-03-2020, em: <https://snirh.apambiente.pt/index.php?idMain=4&idItem=3&idISubtem=link4>.
- Soares, L.J.B. (2003). Ordenamento do Território, In Tenedório, J.A. (Coord). *Atlas Digital da Área Metropolitana de Lisboa*. Ed. 1. Lisboa, AML. Soares, L.J.B. (2003). Ordenamento do Território. Em: AML (eds), *Atlas Digital da Área Metropolitana de Lisboa*. 48 pp.
- Stich, D.; Batlló, J.; Maciá, R.; Teves-Costa, P. e Morales, J. (2005). Moment tensor inversion with single-component historical seismograms: The 1909 Benavente (Portugal) and Lambesc (France) earthquakes. *Geophys. J. Int.* **162**: 850-858.
- Terrinha, P.; Matias, L.; Vicente, J.C.; Duarte, J.; Luís, J., Pinheiro, L.; Lourenço, N.; Diez, S.; Rosas, F.M.; Magalhães, V.; Valadares, V.; Zittellini, N. e Mendes-Víctor, L.; MATESPRO Team (2009). Morphotectonics and Strain Partitioning at the Iberia-Africa plate boundary from multibeam and seismic reflection data. *Marine Geology*. **267**: 156-174.

- Terrinha, P.; Carrara, G.; Valadares, V.; Rebelo, L.; Duarte, H. e Vicente, J. (2010). Caraterização Geo-Ambiental da cidade de Lisboa. Relatório Técnico produzido no âmbito do Projeto de Investigação “Avaliação de Riscos Naturais e Tecnológicos na cidade de Lisboa. LISBOA-02-3207-FEDER-000044-QREN.
- Teves-Costa, P. (1989). *Radiação elástica de uma fonte sísmica em meio estratificado. Aplicação à microzonagem de Lisboa*. Tese de Doutoramento em Geofísica. Faculdade de Ciências - Universidade de Lisboa, Lisboa. 258 p.
- Teves-Costa, P.; Borges, J.F.; Rio, I.; Ribeiro, R. e Marreiros, C. (1999). Source parameters of old earthquakes: Semi-automatic Digitization of Analog Records and Seismic Moment Assessment. *Natural Hazards*. **19**: 205-220.
- Teves-Costa, P.; Almeida, I.M.; Gomes, E. (2004). Caraterização Geotécnica dos Solos da área da Grande Lisboa e concelhos limítrofes. *Atas do 6.º Congresso Nacional de Sismologia e Engenharia Sísmica – Sísmica 2004*, pp. 311-320.
- Teves-Costa, P., R. Matildes, I.M. Almeida, I. Rodrigues e C. Pinto (2010a). Determinação de funções de transferência – Aplicação à Baixa de Lisboa. [CD-ROM]. *Atas do 8º Congresso de Sismologia e Engenharia Sísmica*. Universidade de Aveiro, 20-23 Outubro, Paper 91. 12pp.
- Teves-Costa, P.; Almeida, I.; Rodrigues, I.; Pinto, C. e Matildes, R. (2010b). Estimation of site effects based on geological and geotechnical information – Examples from Lisbon. *Proceedings of the ESC 2010*. European Seismological Commission. 32nd General Assembly. Montpellier, France. Abstract 1.
- Teves-Costa, P. e Batlló, J. (2010c). The 23 April 1909 Benavente earthquake (Portugal): macroseismic field revision. *Journal of Seismology, Springer Verlag*. **15 (1)**: 59-70: doi: 10-1007/s10950-010-9207-6.
- Teves-Costa, P.; Moitinho de Almeida, I.; Rodrigues, I.; Matildes, R. e Pinto, C. (2014). Geotechnical Characterization and seismic Response of Lisbon downtown shallow formations. *Annals of Geophysics*. **57(4)**: S0436: doi: 10.4401/ag-6390;
- Teves-Costa, P.; Batlló, J. e Cabral, J. (2017). The Lower Tagus Valley (Portugal) earthquakes: Lisbon 26 January 1531 and Benavente 23 April 1909. *Física de la Tierra*. **29**: 61-84.
- Turner, A.K. (2006). Challenges and trends for geological modeling and visualization. *Bulletin of Engineering Geology and the Environment*. **65**: 109-127.

- Vallejo, L.I.G.; Ferrer, M.; Ortuño, L. e Oteo, C. (2002). *Ingeniería Geológica*. Prentice Hall, Madrid, 715 pp.
- Valera, A.C. (2014). Antes de Lisboa. Palácio dos Lumiães: uma janela sobre a Pré-História da foz do Tejo. *rossio – Estudos de Lisboa*, nº 3, 2014. Publicação interativa. Gabinete de Estudos Olisiponenses, pg. 10, ISSN: 2183-1327. [http://issuu.com/camara\\_municipal\\_lisboa/docs/rossio\\_3\\_issuu](http://issuu.com/camara_municipal_lisboa/docs/rossio_3_issuu).
- Varnes, D.J. (1974). The Logical of Geological Maps, with reference to their interpretation and use for engineering purposes. U.S. Geological Survey. Professional Paper 837, 54 pp.
- Varnes, D.J. (1984). Landslide hazard zonation: a review of principles and practice. *Natural Hazards*, **3**. 63 pp.
- Vasconcelos, M.A.D.F. (2011). *Cartografia de Suscetibilidade à Ocorrência de Movimentos de Vertente em contexto urbano: o Concelho de Lisboa*. Tese de Mestrado em Geologia do Ambiente, Riscos Geológicos e Ordenamento do Território. Faculdade de Ciências – Universidade de Lisboa, Lisboa. 212 pp.
- Vásquez-Suñe, E.; Carrera, J.; Tubau, I.; Sánchez-Vila, X.; Soler, A. (2020). An approach to identify urban groundwater recharge. *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, **14**, 2085-2097, 2010. doi:10.5194/hess-14-2085-2010.
- Veiga, A.Q.N. (2011). *Caraterização Geotécnica dos terrenos do Vale Tifónico de Parceiros – Leiria*. Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra para obtenção do Grau de Doutor em Engenharia Geológica. Coimbra, 362 pp.
- Velho, M.; Pinto, C.; Muñoz, M. e Almeida, I. (2007). Site Characterization using GIS application's and a geotechnical database. *Proceedings of the 13th EC-GI & GIS Workshop*. Porto, Portugal. pp. 186.
- Zaine, J.E. (2000). *Mapeamento Geológico-Geotécnico por meio do Método do Detalhamento Progressivo: Ensaio de Aplicação na área urbana do Município de Rio Claro, São Paulo*. Tese de Doutorado apresentada junto ao Curso de Pós-Graduação em Geociências – Área de Concentração em Geociências e Meio Ambiente, para obtenção do título de Doutor em Geociências. 189 pp.
- Zbyszewsky, G. (1963). Notícia Explicativa da Folha 4 – Lisboa, da Carta Geológica de Portugal, à escala 1:50.000. Serviços Geológicos de Portugal. Lisboa. 93 pp.



Zbyszewsky, G. (1964). Les rapports entre les milieux miocènes marins et continentaux au Portugal. *Cursillos Y Conferencias IX*. pp 103-108.

Zitellini, N.; Chierici, F; Sartori, R. e Torelli, L. (1999). The tectonic source of the 1755 Lisbon earthquake and tsunami. *Annali di Geofisica. Vol. 42. 1*: 49-54.

Zitellini, N. ; Mendes, L. A.; Cordoba, D.; Danobeitia, J.; Nicolich, R.; Pellis, G.; Ribeiro, A.; Sartori, R.; Torelli, L.; Bartolomé, R.; Bortoluzzi, G.; Calafato, A.; Carrilho, F.; Casoni, L.; Chierici, F.; Corela, C.; Correggiari, A.; Della Vedova, B.; Gràcia, E.; Jornet, P.; Landuzzi, M.; Ligi, M.; Magagnoli, A.; Marozzi, G.; Matias, L.; Penitenti, D.; Rodriguez, P.; Rovere, M.; Terrinha, P.; Vigliotti, L. e Zahinos Ruiz, A. (2001). Source of 1755 Lisbon Earthquake and Tsunami Investigated. *EOS. Vol. 82. 26*: 285– 296.

Zuquette L. V. (1981) – *Mapeamento Geotécnico Preliminar na região de São Carlos*. Dissertação de Mestrado. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 92p.

Zuquette, L.V. (1987). *Análise Crítica da Cartografia Geotécnica e Proposta Metodológica para condições brasileiras*. Tese apresentada à Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Doutor em Engenharia Civil – Geotecnia. Volumes 1, 2 e 3.

Zuquette, L.V.; Gandolfi, N. (2004). *Cartografia Geotécnica*. Oficina de Textos. Brasil, 189 pp.

Zuquette, L.V.; Pejon, O.J.; Collares, J.Q.S. (2004). Engineering geological mapping developed in the Fortaleza Metropolitan Region, State of Ceara, Brazil. *Engineering Geology*, **71** (2004) 227-253.

### **Relatórios Técnicos:**

ABAP – Alçada Baptista Arquitetura Paisagista, Lda. (2009) Relatório Síntese do Plano de Pormenor do Parque Hospitalar Oriental. 54 pp.

Fernandes de Sá, M. (2011) Plano de Urbanização de Alcântara – Volume I – Relatório de Análise de Proposta de Plano. 185 pp.

Geotest (2011). Estudo Hidrogeológico elaborado no âmbito do Plano de Pormenor do Aterro da Boavista Poente. Câmara Municipal de Lisboa. 52 pp.

IST (2000). Manual de Utilização da Base de Dados Geotécnicos do Concelho de Lisboa, 35 pp.

IST (2001). Manual de Utilização da Base de Dados Geotécnicos – Extensão Relatórios e respetiva ligação com o ArcView 3.x, 31 pp.

Smartgeo (2015). Caderno de requisitos da aplicação GeoSIG. Câmara Municipal de Lisboa.

**Legislação consultada:**

Aviso n.º 1229/2009 de 13 de janeiro. Diário da República n.º 8/2009 – Série II. Câmara Municipal de Lisboa.

Aviso n.º 11622/2012 de 30 de agosto. Diário da República n.º 168/2012 – Série II. Município de Lisboa.

Decreto-Lei n.º 69/90 de 2 de março. Diário da República n.º 51/90 – Série I. Ministério do Planeamento e da Administração do Território.

Decreto-Lei n.º 250/94 de 15 de outubro. Diário da República n.º 239/94 – Série I-A. Ministério do Planeamento e da Administração do Território.

Decreto-Lei n.º 80/2015 de 14 de maio. Diário da República n.º 93/15 - 1.ª Série. Ministério do Ambiente, Ordenamento do Território e Energia. Lisboa.

Lei n.º 56/2012 de 8 de novembro. Diário da República n.º 216/12 – 1.ª Série. Assembleia da República. Lisboa.

Lei n.º 31/2014 de 30 de maio. Diário da República n.º 104/14 - 1.ª Série. Assembleia da República. Lisboa.

Lei n.º 99/2019 de 5 de setembro. Diário da República n.º 170/19 - 1.ª Série. Assembleia da República. Lisboa.

Resolução do Conselho de Ministros n.º 68/2002 de 8 de abril. Diário da República n. 82/02 - 1.ª Série – B. Assembleia da República. Lisboa.

Resolução do Conselho de Ministros n.º 92/2008 de 5 de junho. Diário da República n.º 108/08 - Série I. Assembleia da República. Lisboa.

Resolução do Conselho de Ministros n.º 94/94 de 29 de setembro. Diário da República n.º 226/94 - Série I-B. Assembleia da República. Lisboa.

**Cartografia Histórica:**

- 1756 – Carlos Mardel

- 1807 – Duarte Fava

- 1911 – Silva Pinto

- 1950 – Serviços Cartográficos do Exército



**ANEXOS**

---



**Anexo I – Despacho 85/P/82, de 6 de agosto**

---





**DESPACHO N.º 85/P/82**

Obras de demolição e obras de fundação em edifícios a construir em zonas sensíveis da cidade e sempre que a execução de tais obras possa afectar a segurança de edifícios que se situem na sua imediata vizinhança.

De futuro e mesmo para obras já licenciadas, a execução dos trabalhos de fundação e demais obras até se atingir o nível do pavimento dos arruamentos, só poderá ser levada a efeito por empresas detentoras de alvará de especialização em fundações, devida e expressamente reconhecidas e aceites pelo chefe dos Serviços de Fiscalização da C. M. L.

Os serviços não concederão mais licenças de demolição de edifícios nas condições referidas e caçarão todas as que tiverem sido emitidas e ainda não executadas, desde que os interessados não apresentem relatório vinculativo das condições de demolição e sua forma concreta de realização, à própria realização das fundações do novo edifício e às tecnologias que serão empregues, subscrito por técnico especialista ou, de preferência, por técnico da própria empresa da especialidade que se propõe realizar os trabalhos de fundações.

Paços do Concelho de Lisboa, em 6 de Agosto de 1982.

O Presidente,  
(a) **Nuno Krus Abecasis**

Figura A.01. Despacho n.º 85/P/82



**Anexo II – Despacho 3/P/92, de 3 de janeiro**

---



**Despacho n.º 3/P/92**

**Informação (licenciamento de obras de escavação)**

O requerimento para licenciamento de obras de escavação, que determinem a execução de obras de contenção periférica deverá ser, para além dos elementos técnicos, instruído com documento comprovativo, de que pelos titulares dos prédios limítrofes foi recebida comunicação subscrita pelo interessado naquelas obras, dando conta da natureza das mesmas.

No processo de licenciamento de obras de escavação que determinem a execução de obras de contenção periférica, do acto decisório deverá constar sempre a menção de que constitui exclusiva incumbência da entidade requerente a obtenção de autorização do titular ou titulares de quaisquer direitos reais sobre prédios limítrofes, ou contíguos, que possam eventualmente vir a ser afectados.

Lisboa, em 1992/01/03.

O Presidente.

(a) *Jorge Sampaio*

Figura A.02. Despacho n.º 3/P/92



**Anexo III – Ordem de Serviço n.º 3/DAU/98**

---





## DEPARTAMENTO DE ASSESSORIA URBANÍSTICA

### Ordem de Serviço n.º 3/DAU/98

Considerando que se torna urgente a normalização dos procedimentos de apreciação de processos relativos a Planos de Escavação e de Contenção Periférica:

Considerando que esta normalização de procedimentos passa pela definição dos elementos que constituem os Planos de Escavação e de Contenção Periférica:

Considerando que está em estudo a elaboração de uma base de dados que conduzirá à execução da Carta Geotécnica:

Considerando que só através de procedimentos sistematizados de tratamento da informação será possível desenvolver esta tarefa:

Considerando que só através de estudos consistentes e aprofundados é possível ter um conhecimento real do subsolo e das implicações construtivas daí resultantes:

Considerando todas as recomendações de diversas instituições responsáveis sobre estas questões:

Considerando o acordo expresso pelos directores dos diferentes Departamentos de Administração Urbanística à aplicação dos presentes procedimentos:

Determino que:

- 1 - Os projectos de Escavação e/ou de Contenção Periférica deverão ser instruídos e organizados de acordo com as *Instruções para Apresentação de Projectos de Escavações*, em anexo à presente Ordem de Serviço;
- 2 - Todas as dúvidas na aplicação destes procedimentos serão esclarecidos pelo Gabinete de Geologia;
- 3 - Seja dada ampla divulgação destes procedimentos, quer internamente na DMPGU, quer externamente através de publicação em *Boletim Municipal*.

A presente Ordem de Serviço entra imediatamente em vigor.

Lisboa, em 1998/09/07.

O director de departamento.  
(a) *Jorge Catarino Tavares*

**Figura A.03.** Ordem de Serviço n.º 3/DAU/98



**Anexo IV – Manual de Utilização da aplicação GeoSIG**

---



**MANUAL DE UTILIZAÇÃO DA APLICAÇÃO**



**GESTÃO DE DADOS GEOLÓGICOS, GEOTÉCNICOS E HIDROGEOLÓGICOS  
DO CONCELHO DE LISBOA**

**Índice**

1. O que é a aplicação GeoSIG.....	pg. 250
2. Acesso à aplicação.....	pg. 250
3. Perfis de Acesso.....	pg. 250
4. Ecrã Principal.....	pg. 250
5. Barras de Ferramentas.....	pg. 250
5.1. Layers.....	pg. 250
5.2. Legenda e Mapa Base.....	pg. 250
5.3. Pesquisa e Interação.....	pg. 250
6. Painéis de Acesso.....	pg. 250
7. Modo de edição – Principais funcionalidades.....	pg. 250
7.1. Edição de Novo Relatório.....	pg. 250
7.2. Introdução de Nova Sondagem.....	pg. 250
7.2.1. Georreferenciação de Relatórios.....	pg. 250
7.2.2. Cota da Boca do Furo.....	pg. 250
7.3. Edição dos atributos dum sondagem.....	pg. 250
7.4. Edição dos atributos dum poço/vala, ensaio geofísico, ensaio in situ e ensaios laboratoriais.....	pg. 250
8. Modo de consulta – Principais funcionalidades.....	pg. 250
8.1. Pesquisa.....	pg. 250
9. Mapas Temáticos e Tabelas de Análise.....	pg. 250
9.1. Mapas Temáticos.....	pg. 250
9.2. Tabelas de Análise.....	pg. 250
10. Download do Relatório.....	pg. 250
11. Estados do Relatório.....	pg. 250
12. Níveis de confidencialidade.....	pg. 250
13. Campos para Pesquisa.....	pg. 250
14. Fluxos Processuais.....	pg. 250
15. Grau de Confiança.....	pg. 250

## 1. O que é a aplicação GeoSIG?

É uma aplicação com uma interface web, de acesso restrito, que permite aos utilizadores, com permissão, a possibilidade de editar e/ou consultar os dados presentes nos Relatórios Geológicos/Geotécnicos disponíveis na CML.

## 2. Acesso à aplicação

A plataforma GeoSIG é acedida a partir do endereço: [geosig.cm-lisboa.pt](http://geosig.cm-lisboa.pt).

Na interface da aplicação é solicitado o preenchimento dos campos *utilizador* e *palavra-passe* para efeitos de credenciação (Figura A.04). Após validação da credenciação o utilizador é encaminhado para o ecrã principal.

As credenciais de acesso são geradas na aplicação Lx-Perfis (Gestão de Perfis), uma das entidades externas associadas à aplicação, e são compostas pelo nome do utilizador acrescido do nome da aplicação, como por exemplo: *claudia.pinto.geosig*



Figura A.04. Interface inicial da aplicação GeoSIG

## 3. Perfis de acesso

A aplicação GeoSIG é perfilada e como tal, quer o tipo de pesquisa, quer a especificidade da informação resultante, difere de utilizador para utilizador, função do perfil associado.

No Quadro A.01 apresenta-se uma síntese dos Perfis criados para gestão de acessos e suas principais funcionalidades.

**Quadro A.01.** Síntese dos perfis definidos no âmbito dos requisitos funcionais da aplicação

<b>Perfil</b>	<b>Principais funcionalidades</b>
Administrador	Responsável pela administração e pelo bom funcionamento do GeoSIG; pode alterar dados de referência e realizar todas as operações possíveis aos restantes utilizadores;
Validador	Colaborador da organização responsável por validar os relatórios introduzidos e por passá-los do estado Pendente para o estado Aprovado; pode também introduzir relatórios diretamente, que ficarão automaticamente aprovados;
Utilizador do NAT	Utilizadores da CML que têm por responsabilidade a análise de projetos que envolvem escavação e contenção periférica, e que para tal necessitam de analisar os estudos geológicos/geotécnicos; além do administrador, será o único perfil com acesso à edição da informação relativa ao Processo;
Visualizador	Utilizadores com permissão para consulta de dados;
Empresa	Perfil de acesso das empresas acreditadas no sistema para introduzir novos relatórios; os utilizadores com este perfil apenas poderão introduzir novos relatórios, visualizar os relatórios introduzidos pela sua empresa e visualizar mapas temáticos produzidos pela CML e disponibilizados no GeoSIG.

Os três primeiros perfis são restritos a utilizadores da CML e dentro destes, apenas a equipa de gestão da aplicação GeoSIG terá o Perfil Administrador e Validador pois estes permitem aceder e editar toda a informação da BD.

O perfil Visualizador é o perfil que permite visualizar toda a informação da BD e destina-se aos utilizadores internos e externos com permissão de acesso à aplicação. Esta permissão será definida pela CML no âmbito de Protocolos.

O perfil Empresa destina-se aos utilizadores das empresas de prospeção. Pretende-se que os relatórios geológico/geotécnicos entregues na CML no âmbito dos Projetos da Especialidade Escavação e Contenção Periférica sejam entregues e carregados no FrontOffice da aplicação, contribuindo deste modo para a implementação de uma prática normalizada de entrega de informação na CML.



## 4. Ecrã principal

O ecrã principal da aplicação GeoSIG assenta sobre o mapa base da cidade de Lisboa ao qual se encontram associadas barras de ferramentas e botões que permitem a interação direta com o mapa e com a informação patente na BD (Figura A.05).

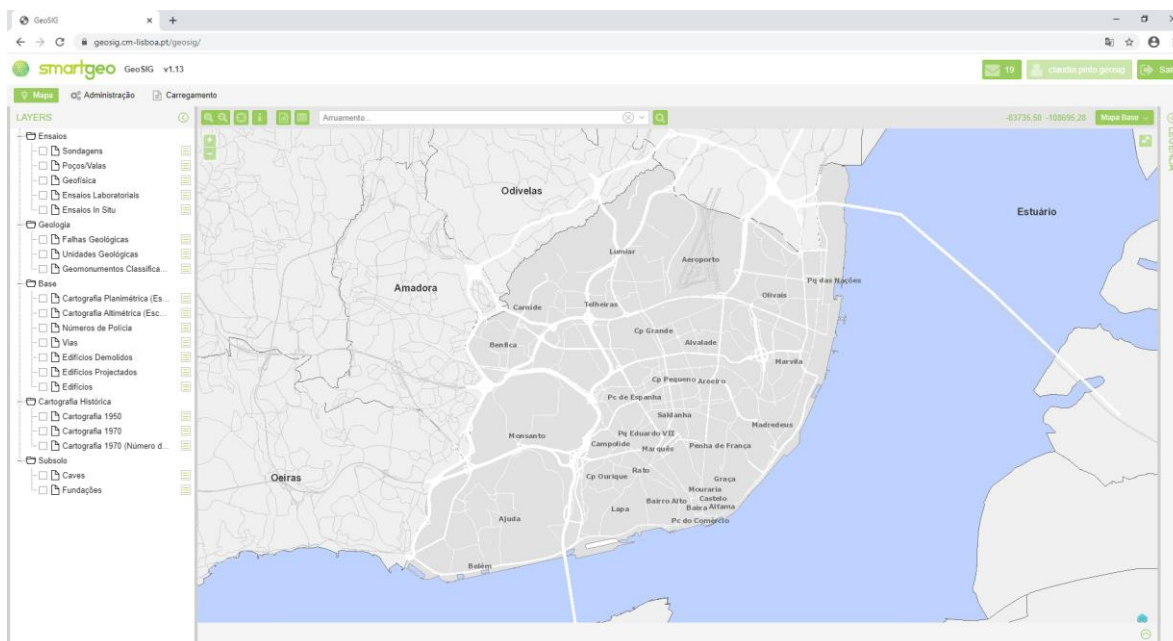


Figura A.05. Ecrã principal da aplicação GeoSIG

## 5. Barras de Ferramentas

### 5.1. Layers

A barra *Layers* inclui as várias camadas de informação passíveis de visualização sobre o mapa base. As mesmas encontram-se agrupadas de forma temática: Ensaio, Geologia, Base e Cartografia Histórica e Subsolo (Figura A.06).

O grupo *Ensaio* inclui as layers, em formato ponto, que identificam no mapa a localização das Sondagens, Poços/Valas, Geofísica, Ensaio Laboratoriais e Ensaio *in Situ*. Esta informação só é visualizada em escalas de detalhe;

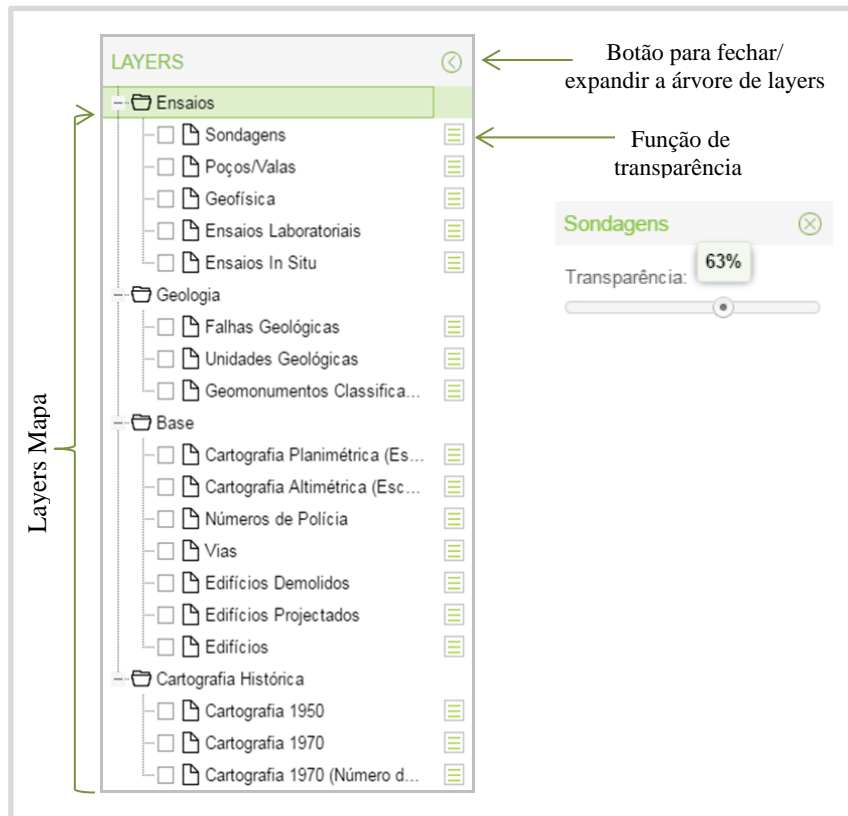
O grupo *Geologia* inclui as layers, nos formatos linha e polígono, relativas às falhas e unidades geológicas que afloram na área do concelho; inclui também a localização dos Geomonumentos de Lisboa.

O Grupo *Base* inclui a cartografia base, nos formatos ponto, linha e polígono, designadamente a planimetria, altimetria, numeração de polícia, rede viária e parque edificado.

O grupo *Cartografia Histórica* disponibiliza, em formato raster, as cartas de 1950, 1970 e 1970 com numeração de polícia.

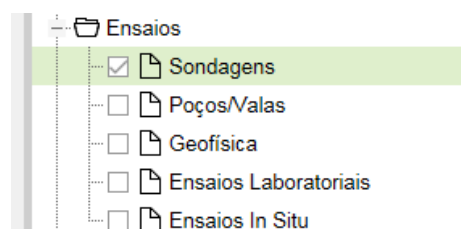
O grupo *Subsolo* inclui as layers, em formato polígono, relativas às caves e elementos de fundação.

Para comparação entre as layers encontra-se disponível uma função de transparência.



**Figura A.06.** Barra de Ferramentas *LAYERS*

Para ativar uma layer devemos clicar sobre o quadrado respetivo e verificar se a informação é carregada no mapa. No exemplo seguinte verifica-se que apenas a layer sondagens se encontra ativa (Figura A.07).



**Figura A.07.** Ativar/Desativar layers

## 5.2. *Legenda e Mapa Base*

Barra de ferramentas que permite a alteração do layout base e a identificação da informação ativa ou legenda.

É igualmente nesta barra que se podem consultar as coordenadas geográficas de todos os pontos sobre o mapa (Figura A.08).

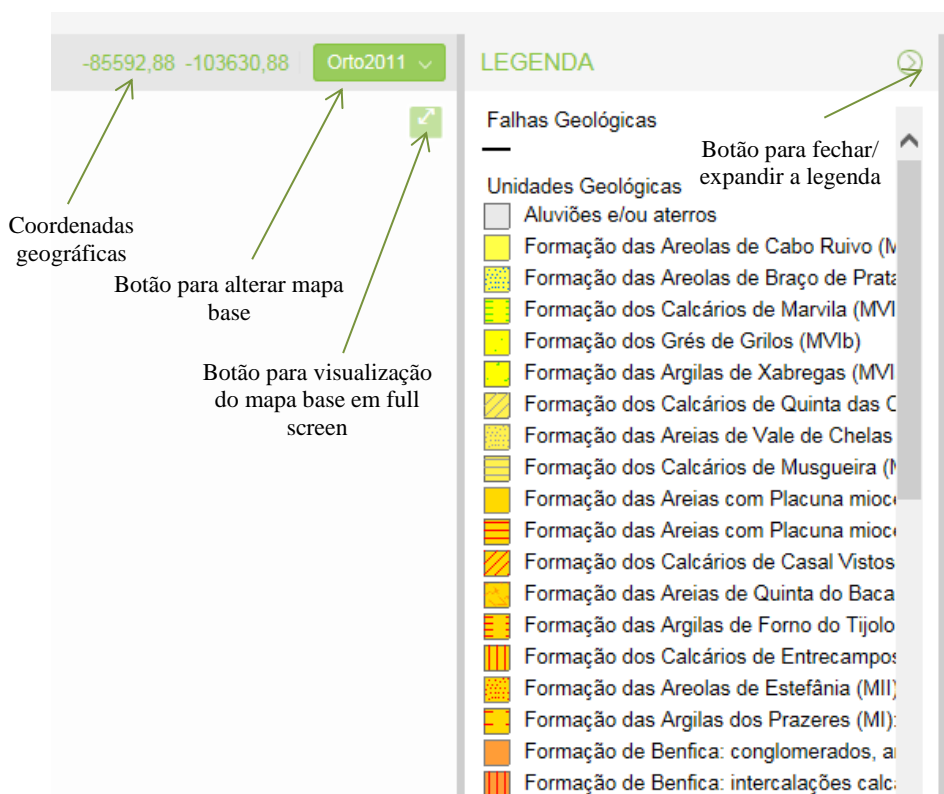


Figura A.08. Barra de Ferramentas *Legenda e Mapa Base*

## 5.3. *Pesquisa e Interação*

A barra de ferramentas *Pesquisa e Interação* inclui várias ferramentas para realização de pesquisas e para interação com o mapa base e dados da Base de Dados (Figura A.09).

A ferramenta “*Pesquisa por morada*” permite a procura de determinado local através da introdução de um topónimo. Da lista de resultados disponíveis o utilizador seleciona o local pretendido e quando clica no Botão de Pesquisa a aplicação efetua zoom ao mapa para visualização desse local.

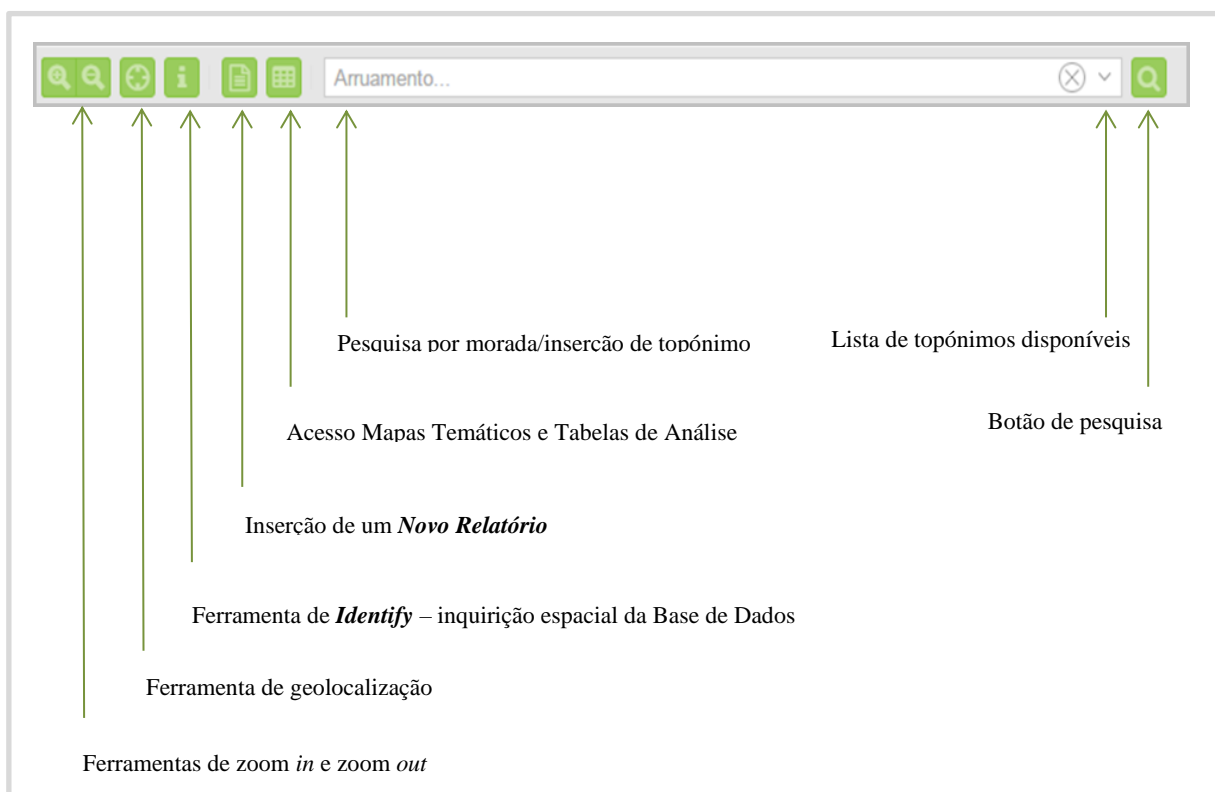
Através da ferramenta “*Acesso Tabelas e Mapas Temáticos*” é efetuado o acesso ao módulo de consultas à base de dados.

A inserção de um novo relatório faz-se através da ferramenta “*Novo Relatório*”. Após seleção da mesma o utilizador é remetido para as tabelas de atributos.

A ferramenta “*Identify*” permite selecionar elementos geográficos no mapa e através da realização de uma operação de interseção espacial, retorna os atributos das sondagens previamente definidos.

A ferramenta de “*geolocalização*” permite o posicionamento no mapa base, do local onde o utilizador se encontra, o que é bastante útil para o trabalho de campo e para a análise da existência de sondagens já realizadas nas imediações e disponíveis na aplicação GeoSIG.

As ferramentas de *zoom in e zoom out* permitem alterações na escala de visualização da informação, aumentando ou diminuindo o detalhe.



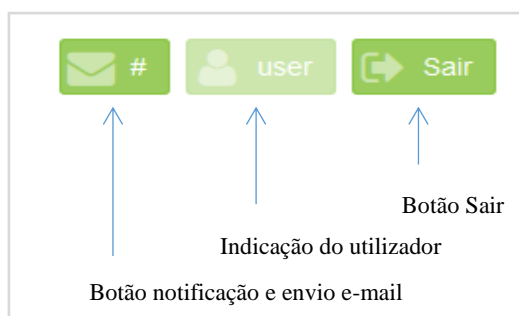
**Figura A.09.** Barra de Ferramentas *Pesquisa e Interação*

## 6. Painéis de acesso

Na parte superior do ecrã inicial encontram-se dois painéis.

O painel à direita inclui os botões de notificação, credenciação e logout da aplicação (Figura A.10).

Através do botão “user” podemos observar o utilizador que se encontra a usar a aplicação. O botão *enviar e-mail* possui uma dupla função: a primeira é o envio de e-mail aos utilizadores, como por exemplo as empresas, de forma a solicitar algum dado em falta; a segunda função é a de retorno dos mapas temáticos gerados a partir da aplicação.



**Figura A.10.** Painel de notificação

O painel à esquerda contém os botões de acesso ao mapa, à área de gestão de backoffice e à área de carregamento (Figura A.11).



**Figura A.11.** Painel de gestão

O botão *Mapa* coloca o utilizador no contexto do mapa base ou ecrã inicial. O botão *Administração* permite o acesso à área de BackOffice, designadamente às tabelas auxiliares com as listas finitas de valores a utilizar nas diversas tabelas principais da BD.

O botão *Carregamento* coloca o utilizador no contexto da base de dados, quer para consulta, quer para edição, função do perfil de utilizador.

## 7. Modo de edição – Principais funcionalidades

Este modo encontra-se disponível para os utilizadores com perfil *Administrador*, *Validador*, *Utilizadores do NAT* e *Empresas*.

### 7.1. Edição de Novo Relatório

A entidade principal da aplicação GeoSIG é o Relatório pelo que, a inserção de um novo objeto na BD é efetuada a partir do botão *Novo Relatório*.

Esse menu de contexto permite ao utilizador o preenchimento da informação genérica relativa a um dado relatório, designadamente o seu *título*, *empresa*, *confidencialidade*, *técnico* que o elaborou, *cliente*, *data*, *local de arquivo*, um campo checklist para indicação se a informação esteve associada a uma obra e um campo para o utilizador efetuar o upload do ficheiro com o relatório completo, em formato pdf (Figura A.12).

**Novo Relatório**

Relatório

Título:

Empresa:

Empresa desconhecida

Refª Relatório Interna:

0

Refª Relatório:

Confidencialidade:

Confidencialidade intermédia

Técnico Relatório:

Cliente:

Data:

Local de Arquivo:

Tem Obra?:

Observações:

Ficheiro:

Browse...

Guardar Cancelar

**Figura A.12.** Menu de contexto de inserção de Novo Relatório

O processo de digitalização dos relatórios revelou-se essencial pois permite a qualquer altura aceder ao mesmo e tirar dúvidas. Na fase inicial do carregamento, os relatórios existentes apenas em formato papel foram digitalizados em formato pdf, sem texto editável, processo bastante moroso. A possibilidade de os relatórios serem entregues em formato pdf editável permitirá otimizar o processo.

Os campos empresa, grau de confidencialidade e local de arquivo têm associado uma lista de valores, o que respeita o pressuposto da minimização de erros através da limitação dos campos para preenchimento, recorrendo, sempre que possível, a listas de valores.

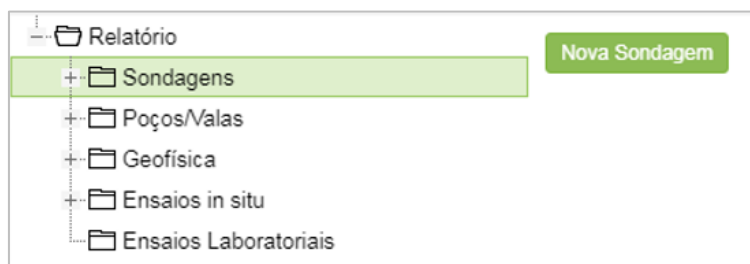
O campo “Confidencialidade” foi criado com vista à categorização do nível de disponibilização da informação, assumindo por defeito o nível intermédio. Sempre que a informação resulte de campanhas de prospeção em que a CML seja o dono de obra, a informação assumirá o valor “Relatório Aberto” e ficará disponível para o exterior.

Quando a informação base se encontra preenchida e o relatório (em pdf) é carregado dá-se sequência ao procedimento através do botão *Guardar*.

## 7.2. Introdução de Nova Sondagem

Quando se guarda um relatório a aplicação disponibiliza uma árvore de temas com os objetos geográficos passíveis de introdução na mesma, designadamente sondagens, poços e/ou valas, ensaios geofísicos, *ensaios in situ* e ensaios laboratoriais.

Se por exemplo se pretender introduzir uma sondagem, o utilizador deverá seleccionar o tema “Sondagens”, surgindo um botão designado *Nova Sondagem* (Figura A.13).



**Figura A.13.** Árvore de objetos geográficos da aplicação GeoSIG

O menu de contexto numa nova sondagem disponibiliza campos para a indicação da referência da sondagem, georreferenciação (coordenadas), a indicação da cota da boca do furo, a profundidade e um campo para disponibilização de fotos ou outros ficheiros de imagem anexáveis a sondagens. Este campo suporta os formatos JPG e PNG. (Figura A.14).

The image shows a context menu for adding a new borehole. On the left is a tree view with 'Relatório' at the top, followed by 'Sondagens' (highlighted), 'Poços/Valas', 'Geofísica', 'Ensaios in situ', and 'Ensaios Laboratoriais'. Under 'Sondagens', a sub-folder 'Novo 0' is highlighted. To the right of the tree is a form with the following fields and buttons:
 

- 'Refª Sondagem:': A text input field.
- 'Coordenadas:': Two text input fields labeled 'X:' and 'Y:'.
- 'Mapa': A green button.
- 'Cota Relativa (m)': A text input field with a dropdown arrow on the right.
- 'Cota Aproximada (m)': A text input field.
- 'Profundidade (m)': A text input field with a dropdown arrow on the right.
- 'Observações:': A large text area.
- 'Fotografias:': A text input field with a green 'Procurar...' button to its right.
- 'Apagar Sondagem': A green button at the bottom of the form.

 At the bottom of the window are three buttons: 'Submeter', 'Guardar', and 'Cancelar'.

**Figura A.14.** Menu de contexto de inserção de Nova Sondagem

Quando todos os campos de encontrarem devidamente preenchidos, deve selecionar-se o botão *Guardar*.

O procedimento deve ser repetido para o número de sondagens ou outros ensaios constante do relatório. Se o relatório não tiver mais nenhuma sondagem deve selecionar-se o botão *Submeter*.

#### 7.2.1. Georreferenciação de Relatórios

O processo de georreferenciação é um dos mais importantes pois é através dele que os dados são alocados aos respetivos locais e, por muito completa que seja a memória descritiva patente num relatório relativo a uma campanha de prospeção, se não for possível a sua localização, esses dados perdem o seu valor.

Por vezes a tarefa de georreferenciação é dificultada pela omissão ou má qualidade da informação.

De forma a ultrapassar as dificuldades encontradas e possibilitar a localização inequívoca dum ensaio, principalmente em campanhas de prospeção mais antigas, foi disponibilizado no menu de contexto do GeoSIG as séries cartográficas desde 1950, permitindo deste modo, a possibilidade de localização dum ponto de amostragem com base numa referência que já não é visível na cidade atual.

Também foi colocado no contexto as séries da ortofotocartografia, desde 2001, que são muito úteis em novas zonas de expansão.

Caso não se verifique nenhuma das situações descritas e o relatório disponha da localização exata (coordenadas) ou relativa (planta de localização) da prospeção realizada, o utilizador pode aceder ao local pretendido através do botão *Pesquisar por Morada*.

Acedendo ao local exato o utilizador insere o ponto pretendido a partir do botão *Mapa*.

#### 7.2.2. Cota da Boca do Furo

De forma a uniformizar a informação e permitir a produção de mapas temáticos com base no campo profundidade, houve necessidade de uniformizar o valor da cota da boca do furo/ensaio.

Assim, o utilizador preenche o valor de Z constante do relatório, no campo cota relativa, (profundidade a partir do referencial local utilizado) e a aplicação irá calcular automaticamente a cota absoluta, cruzando o valor da cota relativa introduzida com o modelo digital de terreno associado ao mapa base do GeoSIG.



Para as sondagens mais antigas este valor foi corrigido tendo em conta o MDT à época em que a sondagem foi realizada.

A aplicação apenas suporta geometrias e coordenadas no sistema de referência ETRS89-TM06.

Todos os registos da BD incluem a data de criação ou alteração assim como a designação do utilizador responsável pela alteração.

### ***7.3. Edição dos atributos duma sondagem***

Após o processo de criação duma nova sondagem inicia-se o processo de preenchimento da informação a ela associada. As tabelas disponíveis para edição, associadas a uma sondagem, são:

- Litostratigrafia;
- Litologia;
- Furação;
- SPT;
- RQD;
- % Recuperação;
- Pressiómetro;
- Dilatómetro Autoperfurante;
- Dilatómetro de Marchetti;
- Amostragem;
- Vane Test;
- Nível de água;
- Piezómetro;
- Permeabilidade

Estas tabelas materializam os ensaios mais comuns executados no contexto dos trabalhos de prospeção realizados em Lisboa.

Todas as tabelas têm uma sequência de preenchimento análoga, começando pela profundidade (ou profundidade inicial e final para os ensaios ou amostras), a que se segue a identificação do tipo de ensaio, tipo de unidade, tipo litológico, método de furação, etc. Sempre que possível foram disponibilizadas listas finitas de valores para facilitar o preenchimento.

A título de exemplo irá descrever-se o preenchimento da tabela relativa à Litostratigrafia (Figura A.15).

Verifica-se que é solicitada a indicação da Profundidade, neste caso a base da unidade litostratigráfica a que se segue o campo relativo ao tipo.

Esse campo disponibiliza uma lista finita com os valores relativos às unidades litostratigráficas existentes no Concelho de Lisboa.

**Figura A.15.** Preenchimento da informação litostratigráfica

A tabela SPT exibe uma particularidade, nomeadamente a possibilidade de representar os resultados deste ensaio das várias formas em que o mesmo surge nos diversos relatórios, isto é, tem um campo para o resultado da 1.<sup>a</sup>, 2.<sup>a</sup> e 3.<sup>a</sup> Fase em separado ou para a 2.<sup>a</sup> e 3.<sup>a</sup> Fases quando este é dado em conjunto (Figura A.16).

**Figura A.16.** Preenchimento da informação relativa ao resultado dos ensaios SPT

### ***7.3. Edição dos atributos dum poço/vala, ensaio geofísico, ensaio in situ e ensaios laboratoriais***

Quando se trata de poços/valas a lista de tabelas associadas reduz-se para 3 e cinge-se à Litostratigrafia, Litologia e Ensaios Laboratoriais.

No que se refere aos Ensaios Geofísicos a BD, à data, apenas permite a identificação do tipo de ensaio realizado (Crosshole, Downhole, Georadar, Ondas Superficiais, Refracção Sísmica e Resistividade Eléctrica) e só disponibiliza para preenchimento as tabelas associadas à Litostratigrafia e Litologia (Figura A.17). A possibilidade de representar os dados desses ensaios será alvo de um procedimento de manutenção evolutiva da aplicação.

**Figura A.17.** Menu de contexto de inserção de ensaio geofísico

O mesmo pressuposto foi adotado para a compilação dos ensaios *in situ*, realizados sem recurso a um furo. À data apenas é possível representar a localização do ensaio e definir o ensaio em causa (Figura A.18).

**Figura A.18.** Menu de contexto de inserção de ensaio *in situ*

Sempre que uma campanha de prospeção contenha informação relativa a ensaios laboratoriais, a BD já prevê a sua compilação (Figura A.19).

The image shows a web-based form for entering laboratory test data. The form is organized into several sections:

- Refº Ensaio:** A text input field with a red border.
- Coordenadas:** Two text input fields for 'X' and 'Y' coordinates.
- Mapa:** A green button.
- Profundidade Inicial:** A dropdown menu.
- Profundidade Final:** A dropdown menu.
- Litologia:** A dropdown menu.
- Litostratigrafia:** A dropdown menu.
- Classe AASHTO:** A dropdown menu.
- Classe Unificada:** A dropdown menu.
- Classe RTR:** A dropdown menu.
- Índice Granulométrico:** A dropdown menu.
- Observações:** A large text area for notes.
- Fotografias:** A text input field with a green 'Procurar...' button.
- Apagar Ensaio:** A green button.
- Guardar:** A green button.
- Cancelar:** A grey button.

Figura A.19. Menu de contexto de inserção de ensaios laboratoriais

## 8. Modo de consulta – Principais funcionalidades

Este modo encontra-se disponível para os utilizadores com perfil *Visualizador*.

### 8.1. Pesquisa

Usualmente o processo de acesso à informação inicia-se com uma pesquisa alfanumérica ou espacial.

Por exemplo, utilizando a ferramenta “Pesquisa por morada”, o utilizador coloca a designação de um topónimo e a informação retornada exhibe a localização geográfica desse eixo de via.

O utilizador deve posteriormente utilizar as ferramentas de interação com o mapa base de modo a situar-se na envolvente do local que pretende analisar.

Deverá ativar/desativar a layer que pretende consultar.

Para inquirir os dados deve clicar com o botão “i” sobre um ponto e consultar a informação disponível, neste caso, a informação relativa à referência da sondagem, empresa que a realizou e referência do relatório geológico/geotécnico (Figura A.20).



Figura A.20. Resultado de uma pesquisa/interação

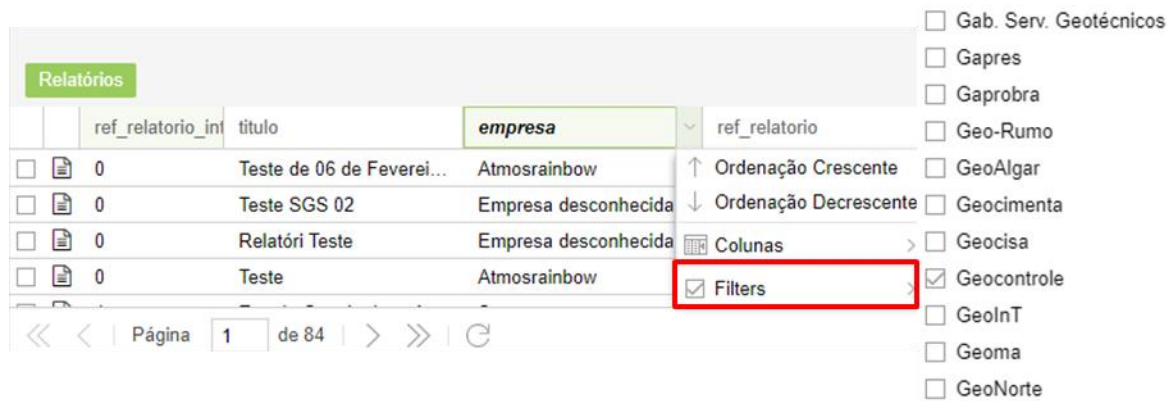
Com esta informação o utilizador pode aceder à BD e consultar os dados do relatório. Para isso deverá expandir o botão sito no canto inferior direito do ecrã principal (Figura A.21).

id_relatorio ↑	titulo	empresa	ref_relatorio
94	Estudo Geotécnico - E...	Geocontrole	19104
145	Viaduto e rede viária d...	Geocontrole	809/EDI/ESC/07
146	Parque de estacionam...	Geocontrole	13513/DOGEC/02
147	Ampliação da Escola...	Geocontrole	
148	Lomba dos Moinhos,...	Geocontrole	1352/EDI/ESC/07
149	Edifício na Estrada de...	Geocontrole	1256/EDI/ESC/07
150	Drº José Carlos Pais d...	Geocontrole	4549/PGU/1996
151	Espaço Público da Rib...	Geocontrole	47909
152	Pater,Lda. Edifício na...	Geocontrole	
153	Triede, Antiga fábrica...	Geocontrole	3407/PGU/2000

Figura A.21. Tabela síntese dos relatórios disponíveis na BD

Esta tabela apresenta a lista dos relatórios carregados na Base de Dados, e disponibiliza para pesquisa, todos os campos constantes do formulário inicial dum relatório: título, empresa, referência do relatório, local de arquivo, etc.

Todos os campos dessa tabela dispõem de filtros para facilitar a pesquisa. No caso apresentado na figura anterior foi aplicado um filtro no campo empresa e selecionado o valor “Geocontrole” (Figura A.22).



**Figura A.22.** Aplicação de um filtro para pesquisa de dados

Quando identificamos o relatório que pretendemos consultar devemos clicar no botão *Ver Relatório*.

O primeiro menu retorna informação base acerca do relatório (Figura A.23).

**Parecer sobre Condições de Fundação - EXPO'98, Parcela 3.11**

- Relatório
  - Sondagens
  - Poços/Valas
  - Geofísica
  - Ensaios in situ
  - Ensaios Laboratoriais

Título: Parecer sobre Condições de Fundação - EXPO'98, Parcela 3.11

Empresa: Empresa desconhecida

Refº Relatório Interna: 701

Refº Relatório:

Confidencialidade: Confidencialidade intermédia

Técnico Relatório: José António Amaral

Cliente:

Data: 1997-11-14

Local de Arquivo: Câmara Municipal de Lisboa

Tem Obra?:

Observações: Várias Empresas.

Ficheiro:  Browse...

Ficheiros

701.pdf

Submeter Guardar Cancelar

**Figura A.23.** Menu inicial da BD

Através da árvore de temas sondagens podemos observar as sondagens associadas a esse relatório (Figura A.24).

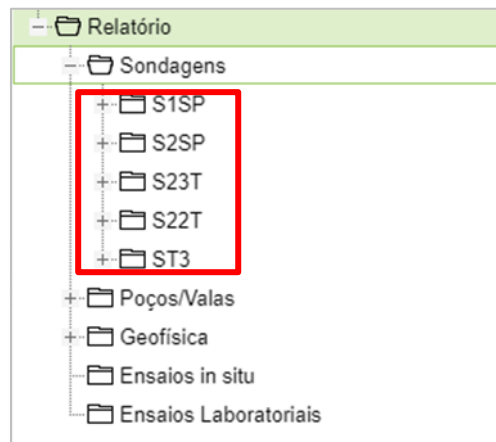


Figura A.24. Lista das sondagens associadas a um dado relatório

Após decomposição de uma sondagem acedemos à listagem de todos os ensaios disponíveis para a mesma (Figura A.25).

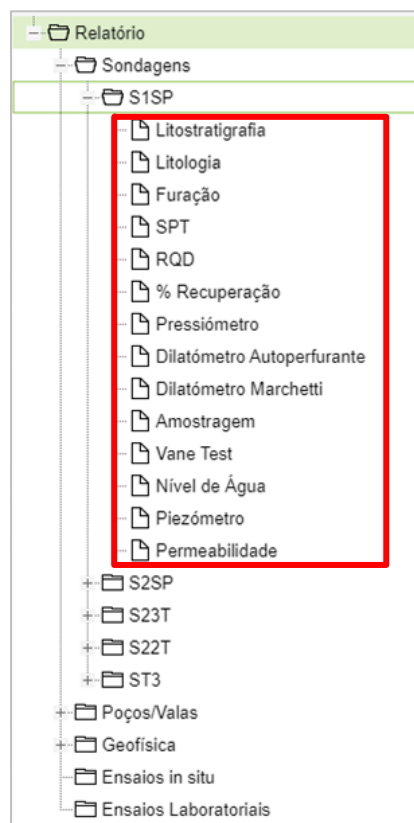
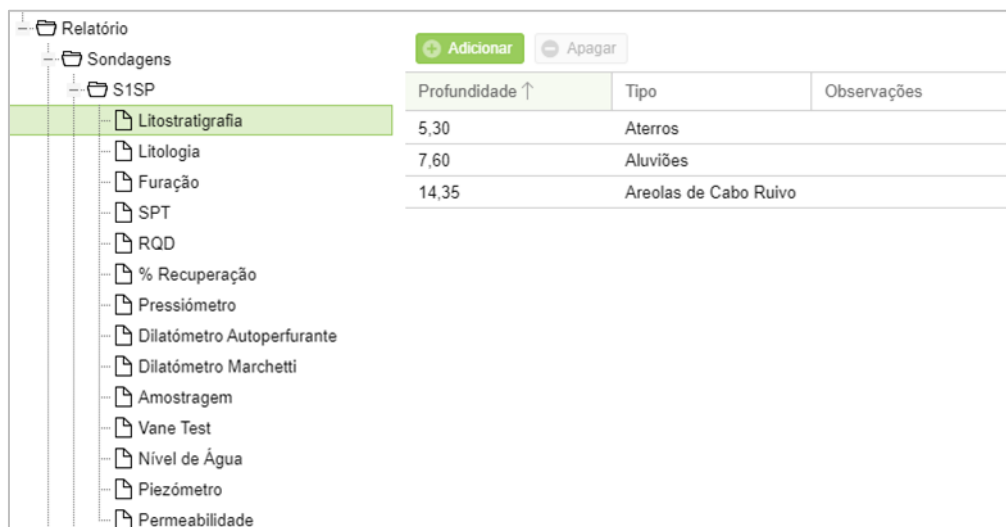


Figura A.25. Lista de ensaios associados a uma sondagem

A análise da tabela Litostratigrafia permite analisar todas as unidades litostratigráficas intersetadas pela sondagem em análise (Figura A.26).



Profundidade ↑	Tipo	Observações
5,30	Aterros	
7,60	Aluviões	
14,35	Areolas de Cabo Ruivo	

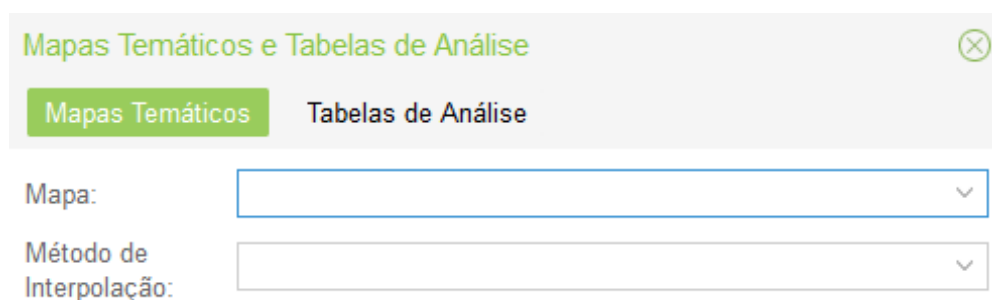
**Figura A.26.** Unidades litostratigráficas intersetadas

O procedimento de consulta das restantes tabelas decorre de modo análogo aos procedimentos acima descritos.

## 9. Mapas Temáticos e Tabelas de Análise

Os mapas e consultas temáticas encontram-se acessíveis a partir de um botão, com a mesma designação, localizado na barra de ferramentas Pesquisa e Interação.

Quer os mapas temáticos quer as tabelas de análise utilizarão como enquadramento geográfico a área de visualização do mapa (map extent). O utilizador deverá preencher os parâmetros de entrada requeridos, designadamente o tipo de mapa e o método de interpolação selecionado para o processamento dos dados (Figura A.27).



**Figura A.27.** Módulo de produção de mapas temáticos e tabelas de análise



## **9.1. Mapas Temáticos**

### Classes de Permeabilidade do Solo

O mapa que retorna o zonamento relativo à classe de permeabilidade dos solos baseia-se na tabela Permeabilidade, associada à Tabela Sondagens ou Ensaios Laboratoriais e retorna um zonamento baseado nos resultados dos ensaios de permeabilidade existentes nas sondagens da área em análise. Caso não haja valores, não há geração de mapa.

Para a geração deste mapa há que definir a unidade em que se pretende o resultado (m/s ou cm/s), o número de classes pretendidas, os limites das mesmas e o método de interpolação.

### Espessura de Depósitos de Cobertura

O mapa da espessura de depósitos de cobertura tem por base a tabela Litostratigrafia. Os parâmetros de entrada requeridos são o número de classes, os limites entre as classes e o método de interpolação.

### Resistência mecânica

O mapa temático designado por Resistência Mecânica permite a representação e zonamento dos resultados dos ensaios SPT a diferentes profundidades. Este mapa tem por base a tabela SPT, nomeadamente os campos profundidade inicial e final e o valor de N (número de pancadas). Os parâmetros de entrada são o número de classes, o intervalo entre as classes, o intervalo de profundidade e o método de interpolação.

## **9.2. Tabelas de Análise**

No que se refere às Tabelas de Análise, o resultado retornado não exhibe a forma de mapa mas sim, de tabela, que pode ser exportada em formato .xls (Excel) ou CVS, com dados de contexto.

À semelhança dos mapas temáticos, existem consultas pré-definidas.

### Caraterização Hidrogeológica ao nível do lote

Esta consulta retorna os valores do nível de água presentes na tabela com a mesma designação. Verifica igualmente a existência de valores na tabela *piezómetros* assim como, o valor associado a essa profundidade na tabela Litostratigrafia (Quadro A.02). Os pontos retornados são os referentes ao à extensão do mapa.

**Quadro A.02.** Resultado da consulta Caracterização Hidrogeológica ao nível do lote

Ponto	Prof. Nível água (m)	Litostratigrafia
PT1	3	Aterro
PT2	4	Aterro
PT3	3,25	Aluvião

### Zonamento Geotécnico

Esta consulta retorna os valores dos ensaios SPT a diferentes profundidades. Para a elaboração do zonamento, o utilizador tem de definir o nome e o intervalo de valor das classes, de acordo com o valor de N. Apresenta-se o formato do resultado desta consulta (Quadro A.03)

**Quadro A.03.** Resultado da consulta Zonamento Geotécnico

Ponto	Zona	Intervalo de profundidade	Valor de N
PT1	Z1	5	N>10
	Z2	25	10<N<30
	Z3	32	N>30

### Profundidade do firme

A consulta *Profundidade do Firme* retorna a profundidade a partir da qual o valor de N é superior ao valor definido pelo utilizador. O exemplo que ilustra esta consulta foi realizado para valores de N superiores a 45 pancadas (Quadro A.04).

**Quadro A.04.** Resultado da consulta Profundidade do Firme

Ponto	Profundidade	Valor de N
PT1	5	59
PT2	6	46
PT3	5	52

## **10. Download do Relatório**

É possível efetuar o download do relatório de forma integral pois a aplicação dispõe duma ferramenta de alojamento de informação (Figura A.28). Esta ferramenta encontra-se no Menu Relatório.



Figura A.28. Interface de acesso ao relatório digitalizado

## 11. Estados do Relatório

Uma vez que a introdução de um novo relatório pode provir duma empresa ou de utilizadores com diferentes perfis, que permitam edição, criou-se a figura do Validador que tem como finalidade aferir o correto preenchimento dos dados e finalizar a sua submissão à BD.

Desse modo, os relatórios podem encontrar-se nos estados que se elencam de seguida:

- Em carregamento: um relatório fica neste estado no exato momento em que é criado por uma Empresa ou Validador;
- Pendente: um relatório passa ao estado Pendente depois de uma Empresa terminar o seu preenchimento e submetê-lo;
- Aprovado: um relatório passa ao estado Aprovado depois do Validador verificar todos os dados e explicitamente o validar; Passa igualmente a Aprovado quando o Validador termina o preenchimento dum relatório novo.
- Apagado: o Validador pode decidir eliminar um relatório da aplicação. Deve para o efeito colocar uma nota a indicar a razão, informação que ficará num registo histórico de operações.

Caso um relatório contenha dados incorretos, o Validador enviará um email à empresa a solicitar a correção dos mesmos. Será ele mesmo a fazer as correções necessárias.

## 12. Níveis de Confidencialidade

Existem 3 níveis de confidencialidade passíveis de atribuir a um relatório:

- Relatório aberto, ou seja, a empresa autoriza a sua divulgação;

- Nível de confidencialidade intermédio - aplicável apenas a relatórios introduzidos por Validadores ou já existentes nos repositórios e sobre os quais não foram definidos estes graus;
- Relatório confidencial, ou seja, a empresa não autoriza a sua divulgação a outras empresas;

No momento em que empresa preenche um novo relatório deverá indicar um nível de confidencialidade de 1 a 3.

### **13. Campos para Pesquisa**

Em função do tipo de perfil, será possível a pesquisa alfanumérica a partir de alguns campos.

De seguida apresentam-se os campos disponíveis.

#### Empresas

- Referência da empresa;
- Referência do Relatório;

#### Núcleo de Apoio Técnico

- Referência do Relatório;
- N° de Processo;
- Requerente;
- N° de caves;
- Nível de água;
- Tipo de fundação;

#### Administrador, Visualizador, Validador

- Empresa;
- Referência do relatório;
- Unidade geológica.

A aplicação dispõe de uma ferramenta *Identify*, e através da mesma todos os perfis podem aceder à seguinte informação:

- Referência de relatório;
- Nome da empresa;

- Referência da sondagem / Referência do poço/vala / Referência do ensaio geofísico / Referência de ensaio *in situ* / Referência de ensaios laboratoriais.

#### 14. Fluxos Processuais

Através dos quadros seguintes, procurar-se-á esquematizar o fluxo processual inerente às diversas operações na Base de Dados (Quadros A.05 a A15).

**Quadro A.05. Inserir Relatório**

Descrição	Uma empresa pretende introduzir um relatório geológico/geotécnico, entregue à CML no âmbito da especialidade Escavação e Contenção Periférica
Intervenientes	Empresa
Pressupostos	O sistema Lx-Perfis garante a autenticação e autorização do utilizador
Procedimentos	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. O utilizador da empresa autentica-se no sistema, e é conduzido à página principal do GeoSIG;</li> <li>2. O utilizador escolhe a opção “<i>Novo Relatório</i>”;</li> <li>3. O utilizador insere o ponto no mapa. Opcionalmente poderá inserir as coordenadas XY em caixas de texto criadas para o efeito, o que fará com que apareça um ponto no local das coordenadas;</li> <li>4. Continuando a introduzir o relatório, o utilizador acede ao ecrã Carregamento onde deverá preencher as tabelas disponíveis com os dados adequados;</li> <li>5. Em qualquer ponto do processo, o utilizador poderá gravar o relatório para continuar a introdução mais tarde.</li> </ol>

**Quadro A.06. Continuação do preenchimento de Relatório**

Descrição	Uma empresa pode continuar a introduzir a informação relativa a um relatório, cujo preenchimento iniciou anteriormente
Intervenientes	Empresa
Pressupostos	O sistema Lx-Perfis garante a autenticação e autorização do utilizador, e permite-lhe o acesso a um ou mais relatórios cujo preenchido já foi iniciado
Procedimentos	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. O utilizador da empresa autentica-se no sistema;</li> <li>2. É sinalizada a existência de relatórios por terminar;</li> <li>3. Clicando na sinalização o utilizador pode ver uma lista de relatórios por terminar e pode escolher um;</li> <li>4. O relatório escolhido é aberto e permite a edição.</li> </ol>

**Quadro A.07. Submissão de Relatório**

Descrição	Uma empresa termina o preenchimento de um relatório e submete-o para validação
Intervenientes	Empresa
Procedimentos	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Quando o utilizador da empresa decide submeter o relatório, escolhe a opção “<i>Submeter Relatório</i>”;</li> </ol>

	<p>2. O sistema verifica todas as regras de validação, nomeadamente campos obrigatórios, e apresenta uma lista de dados a corrigir;</p> <p>3. O utilizador corrige todos os erros de validação e submete finalmente o relatório;</p> <p>4. São enviados emails para todos os Validadores, com um link para o relatório, indicando que existe um novo relatório no sistema a aguardar validação;</p> <p>5. Caso o relatório tenha associado um projeto urbanístico (campo a criar), deve ser enviado também um email aos Utilizadores do Núcleo de Apoio Técnico.</p>
--	--

**Quadro A.08. Aprovação de Relatório**

Descrição	Após a introdução dum relatório por parte duma empresa, o Validador pretende verificar se todos os dados introduzidos estão corretos e se não existe já um relatório igual no sistema
Intervenientes	Validador
Procedimentos	<p>1. O validador autentica-se no sistema;</p> <p>2. É sinalizada a existência de relatórios por terminar;</p> <p>3. Clicando na sinalização, o sistema apresenta uma listagem dos relatórios pendentes de aprovação;</p> <p>4. O Validador escolhe um relatório para validar;</p> <p>5. O Validador pode executar algumas validações automáticas, como por exemplo, a comparação do relatório com todos os outros existentes no sistema;</p> <p>6. Depois de corrigir todos os erros do relatório, o Validador pode aprovar o relatório, que passará para o estado “Aprovado”.</p>

**Quadro A.09. Apagar Relatório**

Descrição	Um Administrador pode pretender apagar um relatório por estar repetido ou errado
Intervenientes	Administrador
Procedimentos	<p>1. O Administrador pesquisa pelo relatório;</p> <p>2. O Administrador abre o relatório;</p> <p>3. O Administrador seleciona a opção apagar;</p> <p>4. A aplicação pede a confirmação;</p> <p>5. Caso o Administrador confirme, a aplicação passa o relatório para o estado de apagado;</p>
Notas	Um relatório no estado apagado apenas é visível pelos Administradores e apenas estes podem apagar relatórios.

**Quadro A.10. Acesso aos menus de conteúdo**

Descrição	Todos os intervenientes têm permissão para visualizar os menus de conteúdo, designadamente os dados genéricos dos relatórios e os resultados dos ensaios <i>in situ</i> e laboratoriais
Intervenientes	Todos
Procedimentos	<p>1. O utilizador autentica-se no sistema;</p> <p>2. O utilizador pesquisa pelo relatório;</p> <p>3. Após seleção do relatório, surge a página inicial do mesmo;</p>

	4. Através das várias ferramentas da aplicação é possível navegar nos vários menus; 5. Para fechar a visualização da informação o utilizador deverá explicitamente fechar o relatório.
Notas	As Empresas apenas podem visualizar os seus próprios relatórios.

**Quadro A.11.** Associar informação do Processo CML

Descrição	Os utilizadores do Núcleo de Apoio Técnico podem visualizar todo o conteúdo dum relatório, mas apenas podem acrescentar dados na página respeitante aos processos CML.
Intervenientes	Utilizadores do Núcleo de Apoio Técnico
Procedimentos	1. Os utilizadores do Núcleo de Apoio Técnico abrem um relatório, selecionado através de um dos vários métodos possíveis para pesquisa: ponto no mapa, pesquisa alfanumérica, através das notificações disponíveis para esse perfil de utilizador; 2. O utilizador depois de terminar a edição grava os dados; 3. O relatório mantém-se no mesmo estado.

**Quadro A.12.** Visualizar mapas temáticos e tabelas de análise

Descrição	O utilizador pretende visualizar um mapa temático ou tabela de análise, que será exportado para o formato PDF para consulta fora da GeoSIG.
Intervenientes	Validador
Procedimentos	1. O utilizador seleciona o layout para o qual pretende o mapa temático ou a tabela de análise; 2. O utilizador escolhe o tipo de mapa temático ou tabela de análise que pretende visualizar; 3. Insere os parâmetros necessários ao mapa ou tabela que selecionados; 4. O sistema faz o geoprocessamento necessário à geração do mapa temático ou da tabela de análise; 5. O sistema solicita ao utilizador que indique a diretoria, o nome do ficheiro a gerar e o formato: PDF ou JPG.

**Quadro A.13.** Pesquisa Alfanumérica

Descrição	Pode pesquisar-se um relatório a partir da pesquisa alfanumérica.
Intervenientes	Todos
Procedimentos	1. O utilizador acede à zona de pesquisas; 2. O utilizador preenche alguns dos campos disponíveis para pesquisa alfanumérica; 3. O resultado da pesquisa surge de duas formas: <ul style="list-style-type: none"> <li>• No mapa surgem os pontos correspondentes aos critérios de seleção;</li> <li>• Surge ainda uma listagem com todos os relatórios que se enquadram no critério de pesquisa.</li> </ul>
Notas	Os resultados das pesquisas efetuadas pelas Empresas, revertem apenas o universo dos seus próprios relatórios

**Quadro A.14.** Pesquisa Espacial

Descrição	Pode pesquisar-se um relatório a partir da pesquisa espacial.
Intervenientes	Todos
Procedimentos	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. O utilizador acede ao mapa e escolhe a ferramenta de pesquisa espacial;</li> <li>2. O utilizador desenha um ponto, linha ou polígono;</li> <li>3. Indica o tamanho do “buffer” pretendido;</li> <li>4. Carrega no botão “pesquisar”;</li> <li>5. O resultado da pesquisa surge de duas formas: <ul style="list-style-type: none"> <li>• No mapa surgem os pontos correspondentes aos critérios de seleção;</li> <li>• Surge ainda uma listagem com todos os relatórios que se enquadram no critério de pesquisa.</li> </ul> </li> </ol>
Notas	Os resultados das pesquisas efetuadas pelas Empresas, revertem apenas o universo dos seus próprios relatórios

**Quadro A.15.** Administração de tabelas de referência – lista de valores

Descrição	Para efeitos de manutenção da GeoSIG, os administradores terão acesso à funcionalidade de administração das tabelas, podendo criar, alterar ou apagar registos nas tabelas de referência.
Intervenientes	Administrador
Procedimentos	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. O utilizador escolhe a tabela e abre a página de administração da mesma;</li> <li>2. Pode criar, alterar ou apagar registos;</li> <li>3. Quando termina pode gravar ou cancelar as alterações;</li> </ol>

## 15. Grau de Confiança

Numa fase de manutenção evolutiva da aplicação pretende-se a introdução de um campo relativo ao grau de confiança dos dados, função da qualidade da informação apresentada assim como, a sua adequação à realidade geológica.

Este campo irá permitir uma rápida seleção da informação de maior rigor e já validada, que irá ser usada diretamente na elaboração do modelo tridimensional, reservando-se os restantes dados para o esclarecimento de dúvidas relativas à geologia do local.

Como o processo de modelação e validação do modelo e dos dados é interativo a atribuição de uma categoria pode ser alterada.

Este campo será editável e irá ficar acessível apenas a utilizadores com grau de permissão ao nível de gestor da BD.



**Anexo V – Listagem dos Relatórios Geológico/Geotécnicos e Hidrogeológicos Analisados**



**Quadro A.16.** Relatórios Geológico/Geotécnicos e Hidrogeológicos – AP1

<b>Ref.<sup>a</sup> Relatório GeoSIG</b>	<b>Título</b>	<b>Empresa</b>	<b>Data Relatório</b>
34	Relatório Geotécnico - Prospeção Geotécnica na Quinta da Bela Flor	Sopecate	16/04/1996
53	Reconhecimento Geotécnico - Edifício do Montepio Geral na Rua Ferreira Borges, 97 / Rua Almeida e Sousa	Teixeira Duarte	07/01/1969
54	Reconhecimento Geotécnico - Rua Ferreira Borges, n.º 67	Teixeira Duarte	22/07/1987
63	Reconhecimento Geotécnico - Ampliação do Edifício Sede da A.I.P.   Rua da Junqueira	Teixeira Duarte	01/06/1992
100	Reconhecimento Geotécnico - Edifícios a Construir na Rua do Prior à Lapa	Teixeira Duarte	05/01/1989
160	Reconhecimento Geotécnico - Parque de Estacionamento de Campo De Ourique	Teixeira Duarte	22/07/1993
179	Reconhecimento Geológico e Geotécnico - Av. Infante Santo	Rodio	29/05/1990
220	Estudo Geológico e Geotécnico - Páteo Bastos   Prazeres	Geotest	17/11/2010
228	Condições Geológicas e Geotécnicas - Eixo Ferroviário Norte-Sul da Região de Lisboa   Troço C: Ponte Santana-Ponte 25 de Abril	Geocontrole	01/04/1995
242	Relatório Geotécnico - Prospeção Geotécnica em Alcântara   R. Luis de Camões	Sopecate	30/11/1994
248	Relatório Geotécnico - Rua Ribeiro Sanches, 27	Soper	28/01/1998
262	Reconhecimento Geológico e Geotécnico - Rua Possidónio da Silva, n.º 58	Rodio	01/04/1999
292	Estudo Geológico-Geotécnico - Hotel Ópera   Avenida da Índia	Cêgê	01/03/1997
293	Reconhecimento Geológico e Geotécnico - Parque Infante Santo   Av. Infante Santo/R. Embaixador Teixeira Sampaio	Rodio	01/10/1995
300	Prospeção Geológico-Geotécnica - Casal Ventoso II   Rua Maria Pia	Tecnasol-FGE	01/07/1999
301	Condições de Fundação - Edifício na Travessa do Ferreiro   Lapa	Tetraplano	01/08/2000
307	Estudo Geotécnico - Condomínio Jardins da Estrela	Geocontrole	01/08/1999
318	Relatório Geotécnico - Prospeção Geológico-Geotécnica para Remodelação do Edifício   Rua de S. Caetano, n.º 4	Sopecate	05/05/2000
321	Reconhecimento Geológico e Geotécnico - Edifício na Rua Tomás da Anunciação, n.º 55 - 61   Campo de Ourique	Soper	09/02/2001
326	Prospeção Geológico-Geotécnica - Parque de Estacionamento Subterrâneo   Av. Infante Santo, n.º 68	Tecnasol-FGE	01/08/1999
344	Estudo Geotécnico - Igreja Paroquial de Alcântara	Geocontrole	17/09/2002
346	Prospeção Geotécnica - Avenida Infante Santo (antigo Gasómetro)	Geocisa	22/04/1997
348	Estudo Geotécnico - Edifício na Rua dos Lusíadas, 116	Geocontrole	01/10/2002
383	Reconhecimento Geotécnico - Edifício a Construir na Travessa do Possolo, n.º 28 e 30	Teixeira Duarte	12/03/2001
414	Estudo Geotécnico - Parque Estacionamento Subterrâneo na Travessa Horta Navia	Geocontrole	01/04/2003
426	Estudo Geológico-Geotécnico - Edifício Habitação 4-A na Rua Tenente Valadim   Alcântara	Tecnasol-FGE	01/05/2006
428	Estudo Geológico-Geotécnico - Edifício de Habitação na Travessa da Costa, n.º 93A	Tecnasol-FGE	01/12/2006
429	Prospeção Geológico-Geotécnica - Condomínio na Rua dos Lusíadas, 15	Fundasol	21/02/2007
430	Estudo Geotécnico - Edifício na Travessa do Castro	Geocontrole	15/12/2003
532	Estudo Geotécnico - Reconhecimento Geotécnico das Piscinas Municipais de Lisboa   Alvito	Geocontrole	25/09/2010
549	Reconhecimento Geotécnico - Novas Instalações da Capitania Porto de Lisboa	Engil	01/07/2015

<b>Ref.<sup>a</sup> Relatório GeoSIG</b>	<b>Título</b>	<b>Empresa</b>	<b>Data Relatório</b>
569	Estudo Geotécnico Prévio - Estação Alcântara-Terra	Geocontrole	01/02/2006
573	Caracterização Geotécnica e Instrumentação - Acessos à Ponte 25 de Abril	Geocontrole	01/10/2001
595	Estudo Geotécnico - Embaixada da República Popular da China	Geocontrole	20/03/2009
614	Estudo Geotécnico - Reconhecimento Geotécnico para Piscina Municipais de Lisboa   Campo de Ourique	Geocontrole	06/03/2007
636	Caracterização Geotécnica e Instrumentação - Caneiro de Alcântara	Geocontrole	01/08/2006
639	Reconhecimento Geotécnico - Armazém no Cais de Alcântara	Geocontrole	30/11/1989
642	Prospeção Geotécnica - Doca de Alcântara	Geocontrole	01/07/2008
645	Estudo Geológico-Geotécnico - Sede da REFER   Alcântara	Geocontrole	01/08/2007
688	Cais Da Rocha Do Conde De Óbidos	Tecnasol-FGE	01/08/1993
739	Estudo Geotécnico - Piscina Municipal De Campo De Ourique	Geocontrole	01/09/2010
844	Reconhecimento Geotécnico - Rua Saraiva de Carvalho, 209-213	Geocontrole	01/09/2010
889	Parque Est. Praça. Afonso do Paço	Geocontrole	01/09/2000
909	Estudo Geotécnico - Rua Arriaga, 12	Geocontrole	01/08/2006
910	Estudo Geotécnico - Passagem Superior de Peões   Rocha Conde de Óbidos	Geocontrole	01/07/2008
930	Reconhecimento Geotécnico - Av. Ceuta   P.A. GALP	Geocontrole	17/02/1993
931	Estudo Geotécnico - Rua Correia Teles	Geocontrole	01/09/2008
950	Reconhecimento Geotécnico - Av. Infante Santo, 58	Geocontrole	01/03/2006
951	Reconhecimento Geológico - Travessa da Conceição à Lapa, 15	Geocontrole	01/10/2010
989	Relatório Geológico e Geotécnico - Rua Ferreira Borges, 99-105	Geotest	10/05/2006
1001	Relatório Geológico e Geotécnico - Casal Ventoso	Tecnasol-FGE	01/03/2004
1016	Prospeção Geotécnica - Rua do Arco Carvalhão   Casal Ventoso	Tecnasol-FGE	01/05/1998
1021	Relatório Geológico e Geotécnico - EB1+JI da Quinta da Bela Flor   Campolide	Tecnasol-FGE	01/03/2005
1027	Relatório Geotécnico - Rua Costa Pimenta   Centro de Dia e Lar de Idosos	Soper	31/07/1997
1037	Estudo Geológico e Geotécnico - Empreendimento Av. Infante Santo / Calçada das Necessidades	Geotest	05/01/2009
1039	Reconhecimento Geotécnico - Travessa do Conde da Ponte	Teixeira Duarte	15/11/2006
1055	Estudo Geológico e Geotécnico - Rua dos Lusíadas, 93	Sopecate	01/06/2008
1060	Estudo Geotécnico - Rua dos Lusíadas, 137-145	GeoSilva	05/05/2007
1076	Relatório Geotécnico - Embaixada Britânica de Lisboa	Sopecate	17/03/2004
1082	Estudo Geológico e Geotécnico - Reversão de Antiga Fábrica no Alvito   Rua do Alvito, 22	Geocontrole	01/11/2009
1095	Reconhecimento Geotécnico - Av. 24 Julho, 171	Tecnasol-FGE	01/02/1992
1109	Prospeção Geológica e Geotécnica - Rua da Junqueira, 37	Geo-Rumo	24/04/2009
1126	Reconhecimento Geotécnico - Viaduto na Av. Infante Santo	Tecnasol-FGE	01/05/1992
1136	Relatório Geológico e Geotécnico - Rua Possidónio da Silva, 1-5	Tecnasol-FGE	30/12/1995
1138	ETAR de Alcântara - Ampliação e Complementação   Avenida de Ceuta	Tecnasol-FGE	01/05/2005
1145	Relatório Geológico e Geotécnico - Largo das Necessidades   Tapada das Necessidades	Tecnasol-FGE	01/12/2010
1193	Estudo Geológico e Geotécnico - Rua da Arriaga, 17	Geocontrole	30/05/2011

<b>Ref.<sup>a</sup> Relatório GeoSIG</b>	<b>Título</b>	<b>Empresa</b>	<b>Data Relatório</b>
1199	Estudo Geotécnico - Rua Presidente Arriaga, 19	Geocontrole	01/08/2010
1204	Estudo Geotécnico - Calçada do Livramento, 19	Geocontrole	23/09/2011
1212	Estudo Geológico e Geotécnico -Rua da Arriaga, 10-12	Geocontrole	01/08/2011
1243	Estudo Geológico e Geotécnico - Rua do Arco do Carvalhão, 233-235	Geotest	16/08/2011
1248	Estudo Geológico-geotécnico - Edifício no gaveto da travessa do Conde da Ribeira com a Rua da Academia Recreativa de Santo Amaro	Geocontrole	09/05/2012
1251	Reconhecimento Geológico e Geotécnico - RUA FERREIRA BORGES, 11-25	Geocontrole	01/03/2014
1273	Relatório Geotécnico - Quartel do B.S.B da Ajuda, Rua Filinto Elísio	Construções Técnicas	07/03/1973
1322	Estudo Geológico-Geotécnico - Liceu Francês   Avenida Engenheiro Duarte Pacheco, 32	Geoprolífero	20/04/2015
1325	Reconhecimento Geológico-Geotécnico - Rua Coelho da Rocha, 70	Geocontrole	24/03/2015
1328	Estudo Geológico-Geotécnico - Parque de Estacionamento da Avenida Infante Santo   Rua Embaixador Teixeira de Sampaio, 2	Geocontrole	28/02/2015
1405	Reconhecimento Geológico-Geotécnico - Estação Metro de Alcântara   Avenida da Índia / Rua Cascais	Tecnasol-FGE	01/07/2006
1420	Reconhecimento Geológico-Geotécnico - Prolongamento Rato/Alcântara da Linha Amarela do Metropolitano de Lisboa, E.P.   Troço entre Futura Estação Estrela e o km 5+700	Tecnasol-FGE	30/11/2006
1424	Prospeção Geológico-Geotécnica - Escola Básica dos 2º e 3º Ciclos Manuel da Maia   Rua Freitas Gazul, 6	Tecnasol-FGE	01/11/2004
1437	Relatório de Carotagem - Gasómetro Av. Infante Santo	Tecnasol-FGE	01/06/1987
1441	Prospeção Geológica-Geotécnica - Avenida da Índia, 64	Tecnasol-FGE	15/01/2000
1442	Prospeção Geológico-Geotécnica - Avenida de Brasília   Estacionamento	Tecnasol-FGE	15/03/2000
1447	Relatório Geotécnico - Caneiro de Alcântara	Sopecate	11/10/2005
1450	Reconhecimento Geológico - Praça das Indústrias, Estacionamento subterrâneo	Tecnasol-FGE	01/05/1992
1466	Relatório Geológico - Rua Francisco Metrass, 28   CINEMA EUROPA	Sopecate	06/05/1963
1471	Reconhecimento Geotécnico - Bairro da Calçada dos Mestres	Sopecate	18/08/1965
1494	Relatório Geotécnico - Rua da Fábrica da Pólvora, 32-44	Sopecate	07/03/1974
1539	Relatório Geotécnico - Intercetor Algés-Alcântara	Sopecate	09/10/1990
1541	Relatório Geotécnico - Rede de Águas e Esgotos da Av. 24 de Julho	Sopecate	25/07/1991
1546	Relatório Geotécnico - Calçada do Livramento, 17	Sopecate	07/07/1994
1580	Relatório Geotécnico - Rua Posidónio da Silva, 142	Sopecate	30/12/1975
1600	Estudo Geológico-Geotécnico - Zona de Fundação de uma Máquina, Rua Rodrigues Faria 103	Tecnasol-FGE	01/05/2003
1641	Reconhecimento Geológico e Geotécnico - Parque de Estacionamento da Av. Infante Santo	Rodio	21/05/2015
1647	Estudo Geológico e Geotécnico - Parque de Estacionamento, Rua Lima Maria	Geotest	31/05/2016
1651	Reconhecimento Geotécnico - Rua Vieira da Silva, 75-111	Geocontrole	30/11/2015
1674	Estudo Geotécnico - Condomínio Residencial Lapa   Infante Santo	Geocontrole	12/02/2003
1711	Estudo Geológico-Geotécnico - Travessa do Patrocínio, 3	Geocontrole	30/04/2017
1712	Relatório Geológico-Geotécnico - Plano Esp. de Realojamento do Casal Ventoso   R. da Quinta do Cabrinha, Lote 1 e 2	Geosoc	01/04/1997
1714	Estudo Geológico-Geotécnico - Edifício na Calçada do Livramento, 19	Geocontrole	11/05/2016

<b>Ref.<sup>a</sup> Relatório GeoSIG</b>	<b>Título</b>	<b>Empresa</b>	<b>Data Relatório</b>
1715	Prospecção Geotécnica - Hospital da CUF de Alcântara	Mota Engil	06/11/2015
1718	Plano de Prospecção Complementar - Hospital CUF Tejo   Alcântara	Sopecate	28/09/2016
1777	Estudo Geológico-Geotécnico - Avenida Infante Santo, 76	Geocontrole	08/03/2017
1779	Estudo Geológico-Geotécnico e Hidrogeológico - Rua José Dias Coelho, 3-9	Cêgê	15/02/2017
1804	Estudo Geológico-Geotécnico - Rua Prof. Sousa da Câmara / Rua do Arco do Carvalhão	Geocontrole	13/12/2016
1806	Estudo Geológico-Geotécnico e Hidrogeológico - Docas de Santo Amaro   Doca de Santo Amaro, Armazém 14-13	Geocontrole	01/08/2018
1816	Estudo Geológico e Geotécnico e Hidrogeológico - Palácio da Junqueira   Rua da Junqueira, 62-70	Geotest	20/09/2008
1820	Prospecção Geológico-Geotécnica - Loft na Rua Fernando de Assis Pacheco	Tecnasol-FGE	30/11/2016
1824	Estudo Geológico-Geotécnico - Estacionamento Junto à Piscina Municipal de Campo de Ourique	Geocontrole	11/05/2016
1826	Prospecção Geológico-Geotécnica - Lisbon International School   Rua Correia Teles	Tecnasol-FGE	23/01/2017
1836	Estudo Geológico e Geotécnico - Rua Presidente Arriaga, n.º 84 a 78 e Rua do Olival, n.º 61	Geotest	06/12/2016
1845	Estudo Geológico e Geotécnico - Rua do Sacramento à Lapa, n.º 66	Geotest	12/10/2016
1868	Estudo Geológico-Geotécnico - Empreendimento Habitacional na Calçada das Necessidades, n.º 8A e 10A	Geocontrole	22/12/2017
1877	Estudo Geológico-Geotécnico - Rua Capitão Afonso Pala, n.º 55 a 65	Geocontrole	31/07/2017
1905	Reconhecimento Geológico e Geotécnico - Empreendimento Imobiliário Alcântara-Rio	Rodio	11/10/1999
1906	Prospecção Geológico-Geotécnica   Estudos Hidrogeológicos - Projeto Escritórios Alcântara, Lotes 9A e 9B	Mota Engil	15/06/2018
1914	Prospecção Geológico-Geotécnica e Estudo Hidrogeológico - Projeto Escritórios Alcântara, Lote 12	Mota Engil	30/06/2018
1931	Estudo Geológico-Geotécnico - Edifício na Rua do Pau da Bandeira, 44	Geocontrole	18/10/2018
1966	Estudo Geológico-Geotécnico - Edifício na Rua Luís Derouet, n.º 25	Geocontrole	19/06/2018
1981	Estudo Geológico e Geotécnico - Rua dos Lusíadas, 29	Synege	01/03/2019
1994	Prospecção Geológico-Geotécnica - Avenida Infante Santo	Geoplano	20/01/2014
1996	Prospecção Geológico-Geotécnica - Descarregadores Margem Direita do Caneiro de Alcântara D19S e D20	Geoplano	12/11/2014
1997	Prospecção Geológico-Geotécnica - Estudo e Projetos do Sistema de Margem Esquerda do Caneiro de Alcântara - Fase C	Geoplano	20/02/2014
2003	Prospecção Geológico-Geotécnica - Descarregador D17 - Rua Rodrigues de Faria	Geoplano	04/11/2014
2011	Reconhecimento Geológico - Faixa Marginal e Projeto da Estação Marítima   Junqueira	A.G.P.L.	29/12/1971
2012	Sondagens Geológicas - Envolvente da Doca de Santo Amaro	A.G.P.L.	30/12/1960
2013	Sondagens Geológicas - Doca de Santo Amaro e Frente da Estação Marítima de Alcântara	A.G.P.L.	31/12/1990
2014	Sondagens Geológicas - Muralha de Alcântara	Geocontrole	30/08/1935
2015	Sondagens Geológicas - Terraplano Sul da Doca de Alcântara e Gare Marítima de Alcântara	A.G.P.L.	30/06/1936
2016	Sondagens Geológicas - Terraplano Sul da Doca de Alcântara e Cais e Estação Marítima da Rocha	A.G.P.L.	29/12/1968
2017	Sondagens Geológicas - Gare Marítima e Centro de Medicina no Trabalho   Alcântara	A.G.P.L.	29/12/1968

<b>Ref.<sup>a</sup> Relatório GeoSIG</b>	<b>Título</b>	<b>Empresa</b>	<b>Data Relatório</b>
2057	Prospecção Geológico-Geotécnica - Projeto Escritórios Alcântara, Lotes 3 e 4	Mota Engil	18/10/2018
2064	Estudo Geológico-Geotécnico - Empreendimento Habitacional na Calçada das Necessidades, n.º 6	Geocontrole	24/10/2017
2115	Reconhecimento Geológico-Geotécnico - Edifício na Rua Sacramento à Lapa	Geocontrole	30/09/2019
2119	Estudo Geológico e Geotécnico e Estudo Hidrogeológico - Instalações da Auchan em Alcântara	Geotest	09/07/2019
2137	Estudo Geológico-Geotécnico - Alcântara Lofts	Geocontrole	30/01/2019
2139	Relatório Geológico-Geotécnico - Sondagens Geotécnicas na Escarpa do Arco do Carvalhão	Geocontrole	06/12/2012
2164	Estudo Geológico-Geotécnico - Parque de Estacionamento na Travessa do Bahuto	Geocontrole	18/06/2018
2171	Reconhecimento Geotécnico - Linha do Metropolitano n.º 2 Alcântara - Rossio - Madre de Deus	Teixeira Duarte	31/07/1970
2179	Reconhecimento Geotécnico - Avenida de Ceuta   Casal Ventoso	Teixeira Duarte	24/10/1975

**Quadro A.17.** Relatórios Geológico/Geotécnicos e Hidrogeológicos – AP2

<b>Ref.<sup>a</sup> Relatório GeoSIG</b>	<b>Título</b>	<b>Empresa</b>	<b>Data Relatório</b>
3	Reconhecimento Geológico, Geotécnico e Hidrogeológico - Rua da Alegria, 45-51	Construções Técnicas	27/12/2013
10	Reconhecimento Geotécnico - Rua Barata Salgueiro / Rua Castilho	Tecnasol-FGE	06/04/1990
14	Relatório Geotécnico - Prospecção Geotécnica no Palácio do Alvito   Largo do Conde Barão	Sopecate	10/09/1990
48	Reconhecimento Geotécnico - Edifícios em Sta. Catarina   Bairro Alto	Geocontrole	01/04/1989
51	Obras Projeto N.º 4 - Cortes Geológicos: II Rossio   Praça da Figueira   Linha n.º 1	Teixeira Duarte	01/12/1952
84	Reconhecimento Geotécnico - Avenida da Liberdade, n.º 121	Teixeira Duarte	24/07/1986
88	Estudo Geológico-Geotécnico - Edifício no Gaveto da Praça Luís de Camões com a Rua Luís de Camões	Cêgê	07/08/1991
96	Reconhecimento Geotécnico - Terreno para Estudo da Remodelação de Edifício na Rua da Misericórdia, n.º 79	Construções Técnicas	08/11/1985
117	Prospecção Geotécnica - Rua da Quintinha, 19	Sopecate	23/07/1987
118	Reconhecimento Geotécnico - Rua Rodrigo da Fonseca, n.º 8	Rodio	12/09/1990
124	Prospecção Geotécnica - Rua do Salitre, Edifício 51	Belbetões	01/04/1991
125	Prospecção Geotécnica - Estudo das Fundações de Edifício   Rua do Salitre, n.º 80	Construções Técnicas	15/04/1982
126	Ensaio Edifício - Largo Sta. Marinha	Geotest	11/03/1991
150	Reconhecimento Geotécnico - Reabilitação Urbana da Mouraria	Geocontrole	01/02/1988
187	Reconhecimento Geotécnico - Consolidação de construções nas Ruas Costa do Castelo e Marquês de Ponte de Lima   Mouraria	Gapres	01/11/1991
189	Estudo Geológico-Geotécnico - Edifício na Av. da Liberdade	Cêgê	01/06/1996
213	Prospecção Geotécnica - Terreno na Rua da Imprensa Nacional, n.º 100	Sopecate	08/03/1994
215	Estudo Geológico e Geotécnico - Quarteirão Tivoli   Avenida da Liberdade	Geotest	01/07/1996

<b>Ref.<sup>a</sup> Relatório GeoSIG</b>	<b>Título</b>	<b>Empresa</b>	<b>Data Relatório</b>
223	Estudos Hidrogeológico e Geológico-Geotécnico Preliminar - Plano de Pormenor do Aterro da Boavista Poente	Geotest	14/03/2011
225	Reconhecimento Geotécnico - Projeto Integrado da Freguesia do Castelo	Geocontrole	21/12/1995
226	Reconhecimento Geotécnico - Ocupação dos Terrenos da Quinta do Coleginho	Teixeira Duarte	19/01/1996
226	Estudo Geológico-Geotécnico - Palácio da Rosa e Quinta do Coleginho	Teixeira Duarte	19/09/2016
236	Prospecção Geotécnica - Espaço Público da Rib. <sup>a</sup> das Naus   Frente Ribeirinha da Baixa Pombalina	Geocontrole	17/05/2010
259	Prospecção Geológico-Geotécnica - Parque de Estacionamento Subterrâneo na Praça da Figueira	Tecnasol-FGE	01/04/1999
275	Relatório Geotécnico - Terreno na Zona de Remodelação de Martim Moniz	Rodio	16/11/1971
275	Relatório Geotécnico - Martim Moniz	Rodio	08/03/1982
299	Prospecção Geotécnica - Estudo das Fundações de Edifício na Costa do Castelo	Construções Técnicas	02/08/1984
304	Prospecção Geológico-Geotécnica - Hotel na Rua D. Luís I	Tecnasol-FGE	01/05/2000
304	Estudo Geológico e Geotécnico - Edifício a Construir na Praça de Dom Luís I / Rua Dom Luís I	Tecnasol-FGE	19/03/2018
329	Reconhecimento Geológico e Geotécnico - Ampliação do Hotel Mundial   Largo do Martim Moniz	Rodio	01/05/2001
338	Estudo Geotécnico - Parque de Estacionamento no Largo das Portas do Sol	Geocontrole	01/12/2001
356	Estudo Geotécnico - Edifício Salitre II (n.º80)	Geocontrole	01/11/2001
357	Estudo Geológico-Geotécnico - Edifício Habitacional na Rua da Madalena, 230	Tecnasol-FGE	18/04/2000
359	Estudo Geotécnico - Palácio Flor da Murta   Rua Poço dos Negros / Rua de S. Bento	Geocontrole	01/04/2002
361	Estudo Geotécnico - Rua da Oliveira, 81-83 / Calçada do Duque, n.º 45-47	Geocontrole	01/09/2010
378	Relatório Geotécnico - Praça D. Luís I	Sopecate	18/10/2006
379	Estudo Geológico-Geotécnico - Implantação do Parque de Estacionamento Subterrâneo Praça D. Luís I	Gab. Ser. Técnicos	04/11/2010
389	Relatório Geotécnico - Parque Estacionamento Subterrâneo Cais do Sodré	Sopecate	02/11/2006
394	Prospecção Geológico-Geotécnica - Reabilitação do Convento do Salvador   Alfama	Tecnasol-FGE	13/08/2004
412	Estudo Geotécnico Complementar - Parque de Estacionamento Subterrâneo nas Portas do Sol   Alfama	Geocontrole	04/08/2004
437	Relatório Geológico-Geotécnico - Av. da Liberdade, n.º 136 e 136A   Freguesia de S. José	Gaprobra	01/09/2001
467	Reconhecimento Geotécnico - Parque de Estacionamento Subterrâneo no Largo Barão de Quintela	Teixeira Duarte	03/04/2003
472	Reconhecimento Geotécnico - Ampliação das Instalações do BCP na Rua Augusta	Teixeira Duarte	21/07/1989
473	Relatório Geológico - Banco Totta & Açores   Rua do Crucifixo, 24	Rodio	01/04/1974
474	Reconhecimento Geotécnico - Parque de Estacionamento na Praça do Município	Teixeira Duarte	19/02/1997
476	Reconhecimento Geotécnico - Instalações da Rua Augusta / Rua da Assunção   Banco da Agricultura	Teixeira Duarte	26/09/1974
491	Reconhecimento Geotécnico do Terreno - Hotel da Barata Salgueiro	Engil	17/12/2002
498	Estudo Geológico e Geotécnico - Rua Rodrigo da Fonseca, nrs. 5 a 7	Geotest	06/12/2004



<b>Ref.<sup>a</sup> Relatório GeoSIG</b>	<b>Título</b>	<b>Empresa</b>	<b>Data Relatório</b>
504	Estudo Geotécnico - Hotel Tivoli Lisboa   Centro de Congressos	Geocontrole	01/06/2005
509	Relatório Geológico-Geotécnico - Ligação Pedonal do Pátio B do Chiado, Largo do Carmo e Terraços do Carmo	Geoplano	25/09/2009
510	Prospecção Geológica-Geotécnica - Rua do Barão	Belbetões	31/07/2006
511	Reconhecimento Geotécnico - Terrenos a Sul do Terreiro do Paço	Sopecate	01/11/1967
524	Reconhecimento Geotécnico - Rua de S. Pedro Mártir   Mouraria	Geocontrole	01/06/1989
525	Reconhecimento Geotécnico - Rua João do Outeiro, n.º 58 - 60   Mouraria	Geocontrole	01/06/1989
526	Reconhecimento Geotécnico - Palácio da Rosa   Mouraria	Geocontrole	31/03/1988
527	Reconhecimento Geotécnico - Reabilitação Urbana da Mouraria, Lotes 1114 e 1115	Geocontrole	31/01/1989
528	Relatório Geotécnico - Edifício de Comércio e Escritórios, Sector IV   Plano de Renovação Urbana da Área do Martim Moniz	Sopecate	10/10/1983
529	Estudo Geológico-Geotécnico - Projeto de Remodelação na Rua do Ouro / Rua da Conceição	Cenor	06/09/1989
539	Estudo Geológico e Geotécnico Complementar - Antiga Fábrica das Gaivotas   Beco do Carrasco	Geotest	24/03/2014
540	Estudo Geológico e Geotécnico - Relocalização e Remodelação da Estação Elevatória EE6	Geotest	24/04/2014
541	Estudo Geológico e Geotécnico - Largo do Intendente, n.º 40-42	Geotest	19/09/2014
546	Estudo Geológico e Geotécnico - Av. da Liberdade, 159   Rua do Salitre, 16-32	Geotest	13/08/2014
547	Estudo Geológico e Geotécnico - Parque Mayer	Geotest	17/09/2014
558	Estudo Geológico-Geotécnico - Edifício no Príncipe Real, n.º 32	Geocontrole	09/03/2009
559	Estudo Geológico-Geotécnico - Edifício na Rua do Passadizo, n.º 28 - 30	Geocontrole	17/03/2009
568	Reconhecimento Geotécnico - Pátio do Tijolo   Bairro Alto	Geocontrole	21/02/1991
570	Estudo Geotécnico - Largo do Contador Mor 3 e 4 e Rua das Damas 1	Geocontrole	12/10/2009
582	Reconhecimento Geológico-Geotécnico - Hospital de S. José   Muro de Suporte	Geocontrole	31/08/1983
583	Estudo Geológico-Geotécnico - Edifício no Cais do Sodré	Geocontrole	19/03/2009
592	Estudo Geotécnico - Jardim de S. Pedro de Alcântara	Geocontrole	01/05/2006
594	Estudo Geotécnico - Prospecção Geotécnica no Colégio dos Inglesinhos	Geocontrole	01/09/2010
598	Estudo Geotécnico - Edifício D. Pedro V, 101, ao Príncipe Real	Geocontrole	01/08/2010
625	Estudo Geotécnico - Hotel Trebol   Rua de São Julião / Rua do Comércio	Geocontrole	01/08/2010
627	Reconhecimento Geotécnico - Edifício no Largo de Camões   Gaveto com a Rua das Flores	Geocontrole	30/09/1988
631	Estudo Geotécnico - Rua D. Pedro V, 2-6	Geocontrole	04/06/1997
632	Reconhecimento Geotécnico - Edifício da Administração   C.P. Rossio	Geocontrole	06/06/1998
643	Estudo Geotécnico - Edifícios na Rua da Adiça / Rua de São João da Praça   Alfama	Geocontrole	01/09/2010
650	Reconhecimento Geológico - Instalações do Antigo Arsenal	GKN KELLER	04/06/1946
650	Reconhecimento Geológico e Geotécnico - Túnel Rodoviário da CML	GKN KELLER	16/11/1999
653	Relatório de Leituras Regulares - Monitorização de Níveis Freáticos na Baixa Pombalina	Cêgê	01/02/2004
655	Reconhecimento Geotécnico - Palácio da Rosa (jardim)	Construções Técnicas	01/06/1988
655	Reconhecimento Geotécnico do Terreno - Palácio da Rosa	Construções Técnicas	28/03/1989

<b>Ref.<sup>a</sup> Relatório GeoSIG</b>	<b>Título</b>	<b>Empresa</b>	<b>Data Relatório</b>
657	Relatório Geológico e Geotécnico - Troço 61: Baixa/Chiado - Terreiro do Paço   Troço 65: Terreiro do Paço - Santa Apolónia	Tecnasol-FGE	19/11/1995
658	Doca de Alfândega		31/12/1969
659	Prospecção Edifício - Rua da Misericórdia, 30	Geotest	10/05/1991
660	Reconhecimento Geológico e Geotécnico - Ampliação do Parque de Estacionamento dos Restauradores   Praça dos Restauradores	Rodio	01/06/1996
661	Relatório Geológico e Geotécnico - Grandes Armazéns do Chiado	Geosoc	01/02/1996
662	Reconhecimento Geotécnico do Terreno - Edifício na Rua de S. Bento	Engil	22/05/1997
666	Prospecção Geológico-Geotécnica - Edifício na Rua Capelo, n.º 14 a 18	Tecnasol-FGE	01/04/2004
669	Relatório Geotécnico - Complexo Habitacional na Rua António Maria Cardoso	Geocontrole	01/05/2000
672	Estudo Geotécnico - Edifício da Rua das Flores	Geocontrole	01/09/2000
679	Prospecção Geológico-Geotécnica e Instrumentação - Interface Fluvial do Terreiro do Paço	Tecnasol-FGE	01/07/2004
683	Estudo Geológico-Geotécnico - Interface do Cais de Sodré	Tecnasol-FGE	01/05/2001
700	Estudo Geológico e Geotécnico - Estação do Terreiro do Paço	Tecnasol-FGE	01/06/1998
702	Reconhecimento Geotécnico - Reabilitação Urbana na Mouraria	Geocontrole	01/01/1989
703	Reconhecimento Geotécnico - Reabilitação Urbana da Mouraria	Geocontrole	01/01/1989
704	Reconhecimento Geotécnico - Rua do Guia	Geocontrole	01/03/1988
705	Reconhecimento Geotécnico - Rua do Capelão, 2 a 6	Geocontrole	01/05/1989
706	Reconhecimento Geotécnico - GTL Mouraria Edifícios	Geocontrole	01/12/1988
707	Reconhecimento Geotécnico - Rua de S. Lourenço / Rua as Fontainhas	Geocontrole	01/06/1989
716	Estudo Geotécnico - Palácio do Bichinho de Conta	Geocontrole	01/07/2005
717	Prospecção Geotécnica Complementar - Linha de Sintra   Túnel do Rossio	Geocontrole	01/11/2005
730	Reconhecimento Geológico e Geotécnico - MUSEU DE SÃO ROQUE	Geocontrole	01/07/2007
736	Relatório Geológico e Geotécnico - Término Provisório Baixa/Praça Do Comércio	Rodio	01/03/1994
737	Relatório Geológico e Geotécnico - LIGAÇÃO DO COLÉGIO MILITAR/PONTINHA	Rodio	01/05/1991
750	Reconhecimento Geológico e Geotécnico - Edifício do Poço Novo	Rodio	01/11/2002
752	Reconhecimento Geotécnico - Teatro Romano de Lisboa	Teixeira Duarte	24/06/1996
753	Reconhecimento Geotécnico - Novas Instalações do B.C.P. - Edifício do Mandarim Chinês   Rua Augusta	Teixeira Duarte	21/08/1989
754	Reconhecimento Geotécnico - Dependência do B.E.S.C.L.   Rossio	Rodio	09/02/1988
755	Relatório da Prospecção Geotécnica - Casa dos Bicos   Rua dos Bacalhoeiros - Rua Afonso de Albuquerque	Rodio	16/04/1982
757	Reconhecimento Geológico - Rua da Alfândega / Av. Infante D. Henrique	Teixeira Duarte	07/04/1949
759	Estudo Geotécnico - Rua do Terreiro do Trigo	Sopecate	27/12/1966
761	Reconhecimento Geotécnico - Escolas Gerais, 31	Tecnasol-FGE	01/12/2004
762	Reabilitação de Edifícios - Beco do Loureiro / Pátio do Peneireiro / Rua da Regueira   Construção de Creche - Beco do Loureiro	Tecnasol-FGE	01/04/2005
768	Relatório Geotécnico - Traçado do Emissário J L	Sopecate	17/10/1974
769	Reconhecimento Geotécnico - Autossilo Praça dos Restauradores	Teixeira Duarte	17/07/1970
770	Reconhecimento Geológico - Banco Burnay (Rua dos Fanqueiros)	Teixeira Duarte	22/07/1961
771	Estudo Geotécnico - Rua da Emenda	Geocontrole	01/10/2007
779	Estudo Geológico e Geotécnico - RUA DA GLÓRIA, 27	Geocontrole	01/09/2009

<b>Ref.<sup>a</sup> Relatório GeoSIG</b>	<b>Título</b>	<b>Empresa</b>	<b>Data Relatório</b>
781	Prospecção Geotécnica - Martim Moniz   Lote 1 a 4, Lote 5 e 6	Geocontrole	21/12/1999
783	Estudo Geotécnico - Calçadinha De Santo Estêvão, 10-16	Geocontrole	01/10/2009
785	Reconhecimento Geológico e Geotécnico - Colégio dos Inglesinhos	Geocontrole	01/09/2000
799	Relatório Geológico e Geotécnico - RUA DA MADALENA, 25-31	Geocontrole	23/10/2008
810	Estudo Geotécnico - Condomínio na Rua da Rosa	Geocontrole	01/11/2007
812	Reconhecimento geológico-geotécnico - Praça D. Pedro V	Geocontrole	01/02/2009
814	Prospecção Geotécnica - Calçada do Garcia, 20-32	Geocontrole	01/06/2007
837	Reconhecimento geotécnico - Rua do Vale, nº7	Geocontrole	01/09/2008
845	Estudo Geotécnico - Parque Estacionamento   Rua Damasceno Monteiro	Geocontrole	01/09/2000
848	Prospecção Geotécnica - Emissário Submarino do Sistema Elevatório das Agências   Cais Sodré	Geocontrole	08/01/2010
849	Estudo Geotécnico - Faculdade de Belas Artes   Convento de S. Francisco	Geocontrole	01/02/2001
850	Reconhecimento Geotécnico - Interface Do Terreiro Do Paço	Geocontrole	01/04/2008
858	Estudo Geotécnico - Conservação e Recuperação de Edifícios em Alfama	Geocontrole	01/09/2010
860	Estudo Geológico/Geotécnico - Rua Rosa Araújo, 49	Geocontrole	01/01/2009
872	Estudo Geotécnico - Beco dos Loios, 12-16	Geocontrole	01/09/2010
876	Estudo Geotécnico - Escola Básica nº2   Rua das Gaivotas	Geocontrole	21/12/2004
882	Estudo Geotécnico - Rua Vale do Pereiro, 1	Geocontrole	01/12/2005
893	Estudo Geotécnico - Lar Novo Futuro	Geocontrole	01/07/2001
899	Estudo Geológico-Geotécnico - Rua Professor Branco Rodrigues, 3	Geocontrole	01/08/2009
919	Relatório Geotécnico - Av. D. Carlos I, 103	Geocontrole	01/08/2007
923	Estudo Geológico/Geotécnico - Hospital S. José, Serviço 9	Geocontrole	24/02/1983
934	Estudo Geotécnico - Rua de S. Bento, 186-202   lote 1	Geocontrole	40452
940	Estudo Geotécnico - Calçada do Desterro	Geocontrole	39234
944	Estudo Geotécnico -Largo do Rato	Geocontrole	39203
946	Reconhecimento Geotécnico - Largo de S. Miguel, 6-10   Alfama	Geocontrole	38899
955	Estudo Geológico-Geotécnico - Rua da Palmeira	Geocontrole	31321
963	Relatório Geotécnico - Cometlis PSP Lisboa	Sopecate	39366
969	Relatório Geotécnico - Rua S. Marçal, 176	Sopecate	39839
975	Reconhecimento Geotécnico - Largo de Santos, 6 a 9	Sopecate	28682
980	Prospecção Geotécnica - Travessa do Rio / Calçada do Combro	Geosoc	38687
1008	Relatório Geológico - Avenida da Liberdade, 138-142 \ Rua de São José, 124-129	Labson	39657
1009	Estudo Geológico-Geotécnico - Edifício Leonel   Lg. Carmo	Tecnasol-FGE	36373
1012	Relatório Geológico-Geotécnico - Mercado do Chão do Loureiro	Tecnasol-FGE	37987
1013	Relatório Geotécnico - Rua da Regueira 55-59	Soper	35492
1015	Reconhecimento Geológico-Geotécnico - Sistema intercetor de Esgotos da Cidade de Lisboa   Estação de Tratamento de Chelas e Trituradores	Construções Técnicas	31679
1017	Prospecção Geotécnica Complementar - Residências do Martim Moniz	Sopecate	38448
1031	Relatório Geológico-Geotécnico - Rua dos Condes	Geotest	39472
1032	Relatório Geológico-Geotécnico - Sede do Banco de Portugal	Tecnasol-FGE	39539
1033	Relatório Geológico-Geotécnico - Rua da Vinha	Tecnasol-FGE	38626
1035	Estudo Geotécnico - Inst. Bacteriológico Câmara Pestana (UNL)	Geocontrole	37288
1036	Relatório Geotécnico - Rua Cais de Santarém	Teixeira Duarte	36395

<b>Ref.<sup>a</sup> Relatório GeoSIG</b>	<b>Título</b>	<b>Empresa</b>	<b>Data Relatório</b>
1046	Estudo Geotécnico - Rua de São Bento, 446-458 e 474-484	Geocontrole	38108
1049	Reconhecimento Geotécnico - Av. Liberdade, 114-134	Gaprobra	32599
1053	Prospecção Geotécnica - Lg. Trindade Coelho	Geoplano	39387
1054	Relatório Geológico-Geotécnico - Rua Nova do Loureiro, 21-25	Geoplano	39814
1064	Reconhecimento Geológico-Geotécnico - Rua Luz Soriano	Rodio	39173
1068	Relatório Geotécnico - Rua Ivens e Lg. Boa Hora	Teixeira Duarte	37985
1077	Estudo Geológico-Geotécnico - Tv. Santa Teresa	Geotest	40291
1078	Estudo Geológico-Geotécnico - Beco do Carrasco	Geotest	40253
1080	Estudo Geológico-Geotécnico - Beco dos Apóstolos, 17	Tecnasol-FGE	39052
1087	Estudo Geológico-Geotécnico - Calçada de São Vicente, 15-17	Tecnasol-FGE	36526
1088	Relatório Geológico-geotécnico - Largo do Chafariz de Dentro, 16-20	Tecnasol-FGE	37042
1098	Relatório Geológico-Geotécnico - Rua do Salitre, 143-147	Ancorpor	40330
1102	Relatório Geológico-Geotécnico - Rua Poço dos Negros, 71-77	Geo-Rumo	40232
1105	Estudo Geológico-Geotécnico - Av. Liberdade, 71-79	Geocimenta	40179
1108	Prospecção Geológica-Geotécnica - Rua Ivens, 18-28	Fundasol	40127
1118	Relatório Prospecção - Av. Liberdade, 190	Geotest	33886
1120	Prospecção Geológica/Geotécnica - Av. D. Carlos I, 59-63 / R. da Esperança, 1-7	Tecnasol-FGE	35124
1121	Reconhecimento Geológico-Geotécnico - IBIS Rua Barata Salgueiro	Engil	35985
1123	Estudo Geológico-Geotécnico - Av. Liberdade 35	Tecnasol-FGE	39387
1137	Metropolitano de Lisboa - Hotel Avenida Palace   Restauradores	Tecnasol-FGE	34571
1139	Estudo Geológico-Geotécnico - Rua da Quintinha	Tecnasol-FGE	38626
1141	Estudo Geológico-Geotécnico - Liceu Passos Manuel   Travessa do Convento de Jesus	Tecnasol-FGE	39507
1143	Reconhecimento Geotécnico - Rua Dom Luís I, 36-38	Geocontrole	32325
1146	Prospecção Geológico-Geotécnica - Reabilitação e Reforço dos Cais entre Santa Apolónia e o Jardim do Tabaco	Tecnasol-FGE	39202
1158	Estudo Geológico e Geotécnico - Rua da Imprensa Nacional, 15	Geocontrole	40452
1159	Reconhecimento Geotécnico e Hidrogeológico - Reconhecimento Geotécnico e Hidrogeológico - Rua da Alegria, 57-59 / Rua da Mãe D'Água, 34-38	Geocontrole	40361
1162	Estudo Geológico e Geotécnico - Travessa das Merceeiras, 27	Geocontrole	40452
1165	Relatório Geológico e Geotécnico - Hotel do Salitre   Rua do Salitre, 142-144	Geosolve	40513
1169	Reconhecimento Geotécnico - Rua Áurea, 62-72 / Rua do Crucifixo, 2-24	Rodio	29342
1181	Reconhecimento Geológico e Geotécnico - Hotel na Avenida da Liberdade	Geoma	40508
1186	Estudo Geológico e Geotécnico - Rua Primeiro de Dezembro, 1 / Rua do Carmo, 97-105	Geocontrole	40632
1196	Estudo Geológico e Geotécnico - Escadinhas de São Crispim, 1	Geocontrole	40269
1205	Estudo Geológico e Geotécnico - Rua do Passadiço, 32-34	Geocontrole	40664
1211	Estudo Geotécnico - Rua Eduardo Coelho, 61-65	Geocontrole	40695
1217	Reconhecimento Geotécnico - Projeto Boavista   Avenida 24 de Julho / Rua da Boavista	Teixeira Duarte	36945
1218	Estudo Geológico, Hidrogeológico e de Hidráulica Subterrânea - Nova Sede da EDP   Rua Dom Luís I / Avenida 24 de Julho	Teixeira Duarte	40151
1219	Relatório Técnico - Plano de Pormenor do Aterro da Boavista/Nascente	Nemus	40109

<b>Ref.<sup>a</sup> Relatório GeoSIG</b>	<b>Título</b>	<b>Empresa</b>	<b>Data Relatório</b>
1220	Estudo Geológico e Geotécnico - Rua da Assunção, 71-77	Geocontrole	41365
1222	Reconhecimento geotécnico - Rua de Santiago, 10-14	Teixeira Duarte	41143
1225	Relatório Geotécnico - HOTEL ÍNDIGO - R. DOS DOURADORES, 50-94	Teixeira Duarte	40654
1232	Estudo Geotécnico - Rua da Quintinha, 25	Geocontrole	40544
1240	Estudo Geológico e Geotécnico - Av. 24 de Julho	Geocontrole	41148
1244	Estudo Geológico e Geotécnico - Convento das Mónicas	Geotest	41121
1254	Prospecção Geotécnica Complementar - Rua de São José, 41	Mota Engil	41674
1260	Estudo Geológico-Geotécnico - Palácio Dona Rosa   Rua dos Remédios, 139	Geocontrole	41453
1264	Estudo Geológico e Geotécnico - Palacete de Santa Catarina   Rua de Santa Catarina, 1-3	Geotest	41474
1267	Estudo Geológico e Geotécnico - Praça da Alegria, 9	Geocontrole	41639
1268	Estudo Geológico e Geotécnico - Largo do Chiado, 4-7	Geocontrole	41382
1271	Estudo Geológico e Geotécnico - Hotel - Memmo Príncipe Real   Rua Dom Pedro V, 56J	Geocontrole	41310
1275	Estudo Geológico e Geotécnico - Travessa do Jasmim / Rua Cecílio de Sousa	Geocontrole	41859
1277	Estudo Geológico e Geotécnico - Novo Hotel Memmo Príncipe Real   Rua Dom Pedro V, 56J	Geocontrole	42005
1281	Relatório Geotécnico - Edifício Plurifamiliar no Chiado   Rua das Gáveas, 2-6	Sondagens do Oeste, S.A.	42036
1283	Estudo Geológico e Geotécnico - Rua das Portas de Santo Antão, 118-126	Geocontrole	42206
1284	Reconhecimento Geológico e Geotécnico - Praça da Figueira, 14 e 15   Rua dos Douradores, 214-230	Geocontrole	41640
1285	Estudo Geológico e Geotécnico - Rua do Arsenal, 148-152	Geocontrole	41018
1287	Estudo Geológico e Geotécnico - Rua Rosa Araújo, 51-55	Geocontrole	40850
1290	Relatório Geotécnico - Praça do Príncipe Real	Sopecate	36444
1295	Reconhecimento Geológico e Geotécnico - Calçada do Moinho de Vento, 18	Rodio	35977
1298	Relatório Geológico-Geotécnico - Rua do Benfornoso, 168	Geocimenta	38899
1300	Reconhecimento Geotécnico - Hotel NH Liberdade e Tivoli Fórum   Avenida da Liberdade, 180	Teixeira Duarte	33308
1302	Estudo Geológico-Geotécnico - Calçada da Graça, 11	Geotest	38383
1303	Estudo Geológico-Geotécnico - Campo Mártires da Pátria	Geosoc	34850
1307	Reconhecimento Geológico-Geotécnico - Rua dos Lagares \ Calçada do Monte	Geocontrole	42064
1308	Estudo Geológico-Geotécnico - Rua do Diário de Notícias, 138-142	Geotest	39983
1316	Caracterização Geotécnica - Rua Vítor Córdon, 41-47B	Mota Engil	40233
1317	Prospecção Geológico-Geotécnica - Calçada do Garcia, 28	Tecnasol-FGE	42095
1318	Estudo Geológico e Geotécnico - Rua dos Prazeres, 13-15	Geotest	42132
1319	Estudo Geológico-Geotécnico - Rua Nova de São Mamede, 62-68	Cêgê	42160
1330	Reconhecimento Geológico-Geotécnico - Largo das Olarias / Travessa do Jordão	Geocontrole	42095
1331	Reconhecimento Geológico-Geotécnico - Edifício na Rua Eduardo Coelho, 66-68	Geocontrole	41974
1332	Estudo Geológico-geotécnico - Palacete na Praça do Príncipe Real, 2-4	Geocontrole	41775
1333	Reconhecimento Geológico-Geotécnico - Praça das Flores, 11-13	Geocontrole	41974

<b>Ref.<sup>a</sup> Relatório GeoSIG</b>	<b>Título</b>	<b>Empresa</b>	<b>Data Relatório</b>
1336	Estudo Geológico-Geotécnico - Hotel Chen, Rua da Palma, 214-234	Geocontrole	41845
1338	Estudo Geológico-Geotécnico - Parque de Estacionamento do Campo das Cebolas	Geocontrole	42177
1338	Relatório Geológico-Geotécnico Complementar - Parque de Estacionamento do Campo das Cebolas	Geocontrole	42177
1339	Relatório Geológico-Geotécnico - Parque Mayer	Tecnasol-FGE	36678
1347	Reconhecimento Geotécnico - Travessa do Sequeiro, 5	Teixeira Duarte	36678
1348	Estudo Geológico e Geotécnico - Rua dos Sapadores, 143-149	Betoteste	43350
1350	Projeto de Escavação - Beco do Monte, 5	Geotest	34766
1357	Reconhecimento Geotécnico - Jardim do Torel	Geocontrole	35765
1402	Relatório Geológico-Geotécnico - Largo dos Trigueiros, 10	Geoplano	40269
1403	Relatório Geológico-Geotécnico - Largo da Severa, 2-2B	Geoplano	40392
1404	Reabilitação do Cais entre Santa Apolónia e o Jardim do Tabaco	Tecnasol-FGE	39813
1409	Prospecção Geológico/Geotécnica Complementar - Empreendimento 'Casas de Santos'	Tecnasol-FGE	39448
1412	Relatório Geológico e Geotécnico - Reabilitação do Quarteirão dos Lagares   Rua dos Lagares, 23-23A	Geoplano	40431
1417	Relatório das Sondagens para Estudos dos Terrenos - Travessa da Conceição da Glória	Tecnasol-FGE	26357
1427	Relatório Geológico-geotécnico - Quarteirão da Trombeta   Rua do Trombeta, 1	Tecnasol-FGE	36342
1430	Relatório Geológico-Geotécnico - Hospital de S. José	Tecnasol-FGE	39326
1436	Relatório do Reconhecimento Geotécnico - Futuro Edifício dos Bombeiros   Av. D. Carlos I	Tecnasol-FGE	33482
1457	Relatório Geológico - Túnel Socorro / Terreno do Trigo	Sopecate	22935
1469	Reconhecimento Geotécnico - Rua Damasceno Monteiro, 69	Sopecate	23767
1505	Reconhecimento Geotécnico - HOSPITAL DE S. JOSÉ	Sopecate	29419
1506	Estudo Geotécnico - RUA DA PRATA, 82	Sopecate	29375
1511	Relatório Geotécnico - INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOMÉDICAS	Sopecate	28108
1520	Relatório Geotécnico - Rua do Século   Rua da Academia das Ciências	Sopecate	30711
1525	Relatório Geotécnico - Subestação de Transformação, Praça da Figueira	Sopecate	30291
1528	Relatório Geotécnico - Prédio na R. dos Cordoeiros, 24 e R. Sta. Catarina, 13	Sopecate	30952
1541	Relatório Geotécnico - Rede de Águas e Esgotos da Av. 24 de Julho	Sopecate	33444
1542	Relatório Hidrogeológico e Geológico-geotécnico - Av. da Liberdade, N <sup>o</sup> s 71 a 79	Geotest	42212
1559	Relatório Geotécnico - Terreno na Trav. do Cabral n <sup>o</sup> 1	Sopecate	33310
1561	Relatório Geotécnico - Edifício no Largo de Santos	Ancorpor	38869
1563	Estudo Geológico-Geotécnico - Edifício na Rua Cais do Tojo	Geocontrole	41609
1567	Relatório Geotécnico - Museu Nacional de Arte Contemporânea	Sopecate	33611
1570	Relatório das Sondagens - Rua de S. Bento N <sup>o</sup> 7	Sopecate	22812
1572	Relatório Geotécnico - Travessa do Socorro e Antigo Largo do Socorro	Sopecate	23478
1574	Relatório Geotécnico - Imóvel na Av. Da Liberdade, 36 a 38	Sopecate	28971
1587	Estudo Geológico e Geotécnico Complementar - RUA DO SALITRE, 91-109	Geotest	42200
1588	Estudo Geológico e Geotécnico e Hidrogeológico - Rua da Costa do Castelo, 58	Geotest	42240

<b>Ref.<sup>a</sup> Relatório GeoSIG</b>	<b>Título</b>	<b>Empresa</b>	<b>Data Relatório</b>
1602	Reconhecimento Geológico e Geotécnico - Calçada do Lavra, N.º 18, Porta 6	Rodio	38473
1604	Reconhecimento Geológico e Geotécnico - Rua do Arsenal, 124	Rodio	42472
1629	Prospecção Geológica-Geotécnica para Percursos de Acessibilidade Assistida da Sé, Mouraria e Graça	Geocontrole	42217
1637	Relatório Geotécnico - Novo Parque de Estacionamento no Largo da Graça	DeltaTau	42433
1649	Estudo Geológico-Geotécnico e Hidrogeológico - Complexo da Sede da CP no Rossio	Geocontrole	42433
1650	Prospecção Geológico-Geotécnica - Hotel Cais de Santarém	Geoplano	41628
1662	Estudo Geológico e Geotécnico - Travessa do Pereira, 30-36	Geotest	42235
1664	Estudo Hidrogeológico - Edifício Blue Palace   Praça da Alegria, 8-11	Tecnasol-FGE	43293
1665	Reconhecimento Geológico-Geotécnico - Prolongamento entre a Estação Rato e a Estação Cais do Sodré	Geocontrole	43252
1667	Estudo Geológico-Geotécnico - Palácio Almada Carvalhais   Largo Conde Barão	Geocontrole	43248
1671	Reconhecimento Geotécnico Complementar - Consolidação, Reforço e Reabilitação do Túnel do Rossio	Teixeira Duarte	39143
1676	Prospecção Geológica-Geotécnica - Edifício Gaveto   Tv. de Portas de Santo Antão	Fundasol	40237
1677	Estudo Geológico-Geotécnico - Hotel da Baixa Prata - Rua da Prata, 221-231 / Rua dos Correiros, 158-165	Geocontrole	42058
1678	Estudo Geológico-Geotécnico e Hidrogeológico - Rua do Passadiço, 32-34	Geocontrole	42956
1679	Relatório Factual - Perfurações Jardim Palácio do Intendente	Synege	42767
1681	Reconhecimento Geotécnico - Rua das Pedras Negras	Geocontrole	42242
1688	Reconhecimento Geotécnico - Unidade Habitacional, R. S. José / R. das Pretas	Geocontrole	42277
1691	Estudo Geológico e Geotécnico - Avenida da Liberdade, 12	Geotest	42374
1693	Prospecção Geotécnica - Edifício "Sorel"   Rua Dom Luís I, 28-28B	Mota Engil	42090
1696	Estudo Geológico e Geotécnico - Rua do Salitre, 27-31	Synege	42369
1701	Reconhecimento Geológico-Geotécnico - Prédio no Intendente / Rua do Benfornoso	Mota Engil	42569
1704	Estudo Geológico-Geotécnico - Edifício na Travessa da Glória	Geocontrole	42244
1705	Estudo Geológico-Geotécnico - Hotel Calçada do Tijolo   Calçada do Tijolo, 41A	Geocontrole	42563
1706	Estudo Geológico e Geotécnico - Empreendimento Rua das Taipas, 16-20	Synege	42461
1710	Estudo geológico e Geotécnico - Rua dos Remédios, 44-60	Synege	42490
1716	Estudo Geológico e Geotécnico - Empreendimento Rua do Salitre, 183	Synege	42461
1721	Relatório Final - Complexo de São Roque   Santa Casa da Misericórdia de Lisboa	Geocontrole	41759
1729	Reconhecimento Geotécnico Preliminar - Estação de Santa Apolónia	Teixeira Duarte	36370
1732	Reconhecimento Geotécnico - Reformulação dos Estudos Sísmicos do Túnel entre o Poço da Marinha e a Futura Estação do Terreiro do Paço	Teixeira Duarte	37133
1750	Estudo Geotécnico - Rua da Bombarda, 3-5	Geocontrole	39113
1751	Prospecção Geológica-Geotécnica - Rua Luísa Todí, 10-16	Tecnasol-FGE	42830
1757	Estudo Geológico-Geotécnico e Hidrogeológico - Rua dos Condes, 2	Geocontrole	42682
1761	Estudo Geológico-Geotécnico e Hidrogeológico - Palácio da Rosa	Geocontrole	43089

<b>Ref.<sup>a</sup> Relatório GeoSIG</b>	<b>Título</b>	<b>Empresa</b>	<b>Data Relatório</b>
1769	Prospecção Geológico-Geotécnica - Praça da Alegria, 9   Blue Palace	Tecnasol-FGE	42762
1773	Estudo Geológico e Geotécnico - Rua das Escolas Gerais, 61   Alfama	Geotest	42815
1776	Reconhecimento Geológico e Geotécnico - Rua dos Correiros, 199-205	Sondagens do Oeste, S.A.	42655
1780	Estudo Geológico-Geotécnico - Calçada Marquês de Abrantes / Rua Cais do Tojo	Geocontrole	41957
1781	Estudo Geológico-Geotécnico - Rua Rosa Araújo, 32	Cêgê	39660
1787	Prospecção Geotécnica - Palacete do Campo Santana   Travessa do Torel, 2-4	Belbetões	36353
1788	Relatório Geológico-Geotécnico - Rua do Salitre, 100-100A	Fundasol	39933
1796	Prospecção Geotécnica Complementar - Apartamentos Turísticos Hapimag   Rua de São José, 41	Mota Engil	41674
1800	Reconhecimento Geológico-Geotécnico - Rua de São Pedro de Alcântara, 39-49	Geocontrole	42509
1805	Estudo Hidrogeológico - Rua das Pretas, 8-24	Synege	43490
1807	Prospecção Geotécnica Complementar - Praça dos Restauradores, 10-16	Mota Engil	43056
1808	Estudo Geológico-Geotécnico e Hidrogeológico - Praça dos Restauradores, 10-16	Geocontrole	42713
1814	Estudo Geológico-Geotécnico - Edifício na Calçada de Santana, n.º 150	Geocontrole	42801
1815	Reconhecimento Geológico-Geotécnico - Construção de Edifício na Rua do Salitre, n.º 27-31	Geocontrole	42523
1817	Prospecção Geológico-Geotécnica - Edifício na Rua Câmara Pestana, n.º 35 a 39	Tecnasol-FGE	42754
1819	Estudo Geológico-Geotécnico - Reabilitação do Edifício na Rua dos Cordoeiros, 22 a 24	Geocontrole	42780
1821	Prospecção Geológico-Geotécnica - Edifício de Habitação na Rua Nova do Loureiro, n.º 21 a 25   Bairro Alto	Mota Engil	42755
1827	Estudo Geológico-Geotécnico e Análise Hidrogeológica Preliminar - Cruzamento Rua Rodrigues Sampaio, Rua Sta. Marta e Rua Manuel Jesus Coelho	Geotest	42682
1833	Prospecção Geológica e Geotécnica - Reconstrução de Edifício na Rua Ivens, 14 / Rua Capelo, 1-9	Mota Engil	42629
1835	Prospecção Geotécnica Complementar - Edifício na Rua Vítor Córdon, 41 a 45	Mota Engil	42649
1839	Estudo Geológico-Geotécnico - Prospecção Geotécnica no Solar dos Presuntos	Geocontrole	42558
1840	Reconhecimento Geológico-Geotécnico - Reabilitação dos Edifícios na Rua da Graça, n.º 123 a 135	Geocontrole	42627
1841	Estudo Geológico-Geotécnico - Edifício Chiado na Rua António Maria Cardoso, 9 a 13   Chiado	Geocontrole	42499
1847	Estudo Geológico-Geotécnico - Apartamentos Turísticos na Calçada do Desterro, n.º 16 a 22	Geocontrole	42390
1851	Estudo Geológico-Geotécnico - Palácio Marquês de Tomar	Geocontrole	42655
1852	Estudo Geológico e Geotécnico - Rua de São Miguel   Museu Judaico	Geotest	42541
1873	Estudo Geológico-Geotécnico - EGG Edifício Braz & Braz   Rua Dom Antão de Almada, 4-4J, e Travessa Nova de São Domingos, 25-56   Praça da Figueira	Betoteste	42672
1878	Estudo Geológico e Geotécnico e Estudo Hidrogeológico - Reabilitação de Edifício sito na Rua do Salitre, n.º 134 - 138   Santo António	Açorgeo	43135
1885	Estudo Hidrogeológico - Rua do Salitre, n.º 142	Geotest	43544
1886	Reconhecimento Geológico e Geotécnico - Hotel Lanidor	Rodio	40694



<b>Ref.<sup>a</sup> Relatório GeoSIG</b>	<b>Título</b>	<b>Empresa</b>	<b>Data Relatório</b>
1887	Prospecção Geológico-Geotécnica - Edifícios na Rua de São José, n.º 163 a 171	Tecnasol-FGE	42860
1890	Reconhecimento Geológico-Geotécnico - Edifício no Campo dos Mártires da Pátria, 29 a 35	Geocontrole	42733
1891	Estudo Geológico-Geotécnico - Edifício na Rua da Alegria, n.º 44	Geoplano	42646
1894	Estudo Hidrogeológico da Escavação para o Piso Enterrado do Restaurante - Terminal Fluvial Sul e Sueste   Terreiro do Paço	Consulgeo	43160
1895	Estudo Geológico-Geotécnico e Estudo Hidrogeológico - Palácio da Praça da Alegria, n.º 25	Geocontrole	42849
1902	Estudo Geológico e Geotécnico - Príncipe Real	Geotest	40535
1903	Análise Geológico-Geotécnica e Hidrogeológica   Estudo Hidrogeológico - Palacete Ribeiro da Cunha e Rua da Alegria, n.º 76 a 104	Geotest	43216
1908	Prospecção Geotécnica - Pátio do Pimenta, 25	Geocontrole	43220
1911	Estudo Geológico-Geotécnico Complementar - Convento do Salvador	Geotest	42811
1928	Estudo Geológico-Geotécnico e Hidrogeológico - Edifício na Rua de Santo António dos Capuchos, Rua do Passadiço e Rua do Carrião	Tecnasol-FGE	43434
1938	Estudo Geológico e Geotécnico - Rua das Beatas, n.º 28 / Jardim da Glória   Graça	Geotest	43299
1939	Nota Técnica - Ensaio PDL - Largo do Regedor, 1-4	Betoteste	43321
1953	Estudo Geológico-Geotécnico - Rua da Bela Vista à Graça	Geocontrole	43286
1956	Estudo Geológico-Geotécnico e Hidrogeológico - Edifício na Avenida da Liberdade, 81 - 89	Geocontrole	43371
1958	Reconhecimento Geológico-Geotécnico - Pojeto Beatas Sul	Geocontrole	42972
1969	Estudo Geológico-Geotécnico e Hidrogeológico   Análise Química de Solos - Projeto Urbano "Dom Luís Boavista"	Tecnasol-FGE	43131
1970	Estudo Geotécnico   Estudo Hidrogeológico   Estudo de Contaminação de Solos - Projeto Residencial e Hoteleiro 24 de Julho	Teixeira Duarte	43131
1971	Prospecção Geológico-Geotécnica - Subestação Boavista   Rua Dom Luís I / Rua da Boavista	Teixeira Duarte	42984
1974	Reconhecimento Geológico-Geotécnico e Hidrogeológico - Edifício na Travessa do Fala-Só, 18 a 20	Geocontrole	43424
1977	Estudo Geológico-Geotécnico - Edifício na Rua dos Duques de Bragança, n.º 4 a 10	Geocontrole	42542
1980	Estudo Geológico e Geotécnico - Campo Mártires da Pátria, n.º 2   Palácio Silva Amado	Geotest	43193
1989	Estudo Geológico-Geotécnico - EGG Rua da Imprensa Nacional	Betoteste	43480
1991	Estudo Geológico-Geotécnico - Edifício nas Escadinhas do Marquês de Ponte de Lima, n.º 4 e 4A	Geocontrole	43460
1992	Estudo Geológico e Geotécnico - Coleginho   Rua Marquês de Ponte de Lima, 13A	Geotest	43538
1999	Prospecção Geológico-Geotécnica - Sistema Multimunicipal de Saneamento de Água dos Municípios do Tejo e Trancão   Estação Elevatória das Agências	Mota Engil	39736
2000	Prospecção Geológico-Geotécnica - Sistema Multimunicipal de Saneamento de Água dos Municípios do Tejo e Trancão   Estação Elevatória da Ribeira das Naus	Mota Engil	39416
2002	Prospecção Geológico-Geotécnica - Descarregador do Cais do Sodré - DCS1	Geoplano	41985
2020	Reconhecimento Geológico - Obras 1ª Secção e Molhe Leste de Santos	A.G.P.L.	21185
2021	Sondagens Geológicas - Obras da 1ª Secção e Entreposto de Santos (Emissário Pluvial)	A.G.P.L.	21185

<b>Ref.<sup>a</sup> Relatório GeoSIG</b>	<b>Título</b>	<b>Empresa</b>	<b>Data Relatório</b>
2022	Reconhecimento Geológico - Obras e Conclusão da 1ª Secção   Cais do Sodré à Praça do Comércio	A.G.P.L.	21305
2022	Reconhecimento Geológico - Obras e Conclusão da 1ª Secção   Cais do Sodré à Praça do Comércio	A.G.P.L.	22493
2023	Sondagens Geológicas - Obras e Conclusão da 1ª Secção e Entrepósito do Jardim do Tabaco   Cais do Sodré ao Jardim do Tabaco	A.G.P.L.	24744
2040	Reconhecimento Geológico - Arruamento da Ribeira das Naus	A.G.P.L.	18264
2074	Relatório Geológico-Geotécnico - Edifício na Travessa do Noronha, n.º 28-30	Ground Geotecnologias	43215
2082	Prospecção Geológica-Geotécnica e Hidrogeológica - Lisbon Chiado Hotel	Tecnasol-FGE	43677
2083	Instalação de Piezómetro - ISEG	Tecnasol-FGE	34363
2088	Estudo Geológico e Geotécnico - Rua da Alegria, n.º 24 a 30	Geotest	43777
2089	Estudo Geológico-Geotécnico - Travessa das Mónicas, 17	Geocontrole	42388
2092	Estudo Hidrogeológico - Hotel Convento de São Domingos (Antigo Braz & Braz)   Rua Dom Antão de Almada, n.º 4 - 4D / Travessa Nova de São Domingos, n.º 28 - 48	Cêgê	43623
2103	Estudo Geológico-Geotécnico - Edifício na Rua Eduardo Coelho, 26	Geocontrole	43595
2136	Estudo Geológico-Geotécnico - Edifício na Rua Costa do Castelo, n.º 63	Geocontrole	43475
2145	Estudo Hidrogeológico - Rua do Telhal, 72-72C	Geocontrole	43462
2171	Reconhecimento Geotécnico - Linha do Metropolitano n.º 2 Alcântara - Rossio - Madre de Deus	Teixeira Duarte	25780
2172	Estudo Geológico-Geotécnico - Rua da Palma, 236-238	Geocontrole	43753

**Quadro A.18.** Relatórios Geológico/Geotécnicos e Hidrogeológicos – AP3

<b>Ref.<sup>a</sup> Relatório GeoSIG</b>	<b>Título</b>	<b>Empresa</b>	<b>Data Relatório</b>
1	Estudo Geotécnico - Avenida Afonso Costa, Lote 1778	Sopecate	26/12/1991
11	Reconhecimento Geotécnico do Terreno - Estudo das Fundações de Muro de Suporte na Rua Barão de Sabrosa	Construções Técnicas	22/06/1983
23	Estudo Geotécnico - Viaduto e Rede Viária de Ligação a Xabregas   Junta de Freguesia no Alto de S. João	Geocontrole	24/02/2007
24	Reconhecimento Geotécnico - Avenida Mouzinho de Albuquerque, Blocos B1 e B2	Geotest	20/10/1965
24	Estudo Geológico e Geotécnico - Av. Mouzinho de Albuquerque / Praça Alto de S. João	Geotest	19/08/2005
24	Estudo Geológico-Geotécnico - EGG Avenida Mouzinho de Albuquerque   Penha de França	Geotest	04/07/2019
98	Reconhecimento Geotécnico - Encosta das Olaias	Tecnasol-FGE	17/07/1981
99	Reconhecimento Geológico - Hotel das Olaias	Tecnasol-FGE	01/07/1992
101	Relatório Geológico - Sondagens na Rua da Penha de França	Sopecate	18/02/1964
134	Prospecção Pavilhão - Xabregas	Fundações FRANKI	23/09/1983
135	Prospecção Sotril - Xabregas	Fundações FRANKI	06/03/1985

<b>Ref.<sup>a</sup> Relatório GeoSIG</b>	<b>Título</b>	<b>Empresa</b>	<b>Data Relatório</b>
148	Relatório Geotécnico - Prospeção Geotécnica de Terrenos em Chelas, Zona J	Sopecate	27/01/1994
151	Reconhecimento Geotécnico - Olaias	Construções Técnicas	01/10/1989
156	Relatório Geotécnico - Prospeção Geotécnica de Terrenos na Zona "L" de Chelas	Sopecate	08/02/1991
157	Relatório Geotécnico - Prospeção Geotécnica no Vale de Chelas, Lotes B e C	Sopecate	30/05/1995
158	Relatório Geotécnico - Prospeção Geotécnica Zona J / Via Central   Chelas	Sopecate	23/03/1994
188	Estudo Geológico e Geotécnico - Parque de Estacionamento na Praça Paiva Couceiro	Geosoc	07/07/1995
208	Prospeção Geotécnica - Terrenos na Zona "M" de Chelas	Sopecate	02/11/1992
209	Prospeção Geotécnica - Terrenos no Bairro Chinês Zona "L" de Chelas	Sopecate	17/06/1993
222	Prospeção Geotécnica - Empreendimento Areeiro / Sacavém - Empreitada Geral 1 Roma-Areeiro/Oriente	Tecnasol-FGE	01/03/2012
230	Reconhecimento Geotécnico - Fundação Oriente   Chelas	Geocontrole	05/04/1995
266	Relatório Geotécnico - Rua Morais Soares, 49	Sopecate	28/10/1999
289	Relatório Geotécnico - Avenida Coronel Eduardo Galhardo	Sopecate	08/09/1997
302	Reconhecimento Geológico e Geotécnico - Rotunda da Bela Vista   Armador	Rodio	04/08/2000
313	Estudo Geotécnico - Urbanização Encosta das Olaias, Lote 14D e Lote 15, 15A e 16	Geocontrole	01/12/2000
336	Relatório Geotécnico - Urbanização PER   Bairros Quinta dos Alfinetes e Quinta do Marquês de Abrantes	Sopecate	25/11/1998
391	Reconhecimento Geotécnico - Igreja de Chelas (zona J)   Av. Paulo VI / Rua de Ovar	Geocontrole	09/10/1990
433	Estudo Geológico-Geotécnico Complementar - Edifício na Rua Marques da Silva	Tecnasol-FGE	01/07/2003
449	Edifício Cinemas Alfa - Av. Gago Coutinho	Cêgê	11/12/2003
456	Estudo Geológico-Geotécnico - Bairro Alfinetes   Marvila - Chelas	Soper	24/01/2003
478	Relatório Geotécnico - Empreendimento das Olaias   Olaias	Sopecate	20/08/2001
483	Reconhecimento Geotécnico - Edifício Habitação e Comércio na Avenida Afonso Costa   Alto de Pina	Geo-Rumo	11/05/2004
506	Estudo Geotécnico - Empreendimento Habitacional na Rua Eng.º Cunha Leal   Chelas	Geocontrole	01/12/2001
534	Estudo Geotécnico - Reconhecimento Geotécnico para Complexo Desportivo de Chelas	Geocontrole	24/09/2010
548	Estudo Geológico e Geotécnico - Edifício na Rua Cidade de Manchester, n.º 1-3	Geotest	03/09/2014
557	Estudo Geológico-Geotécnico - Empreitada de Construção de Muro de Suporte no Cemitério do Alto de S. João	Geocontrole	20/01/2009
563	Reconhecimento Geológico-Geotécnico Complementar - Hospital de Todos-os-Santos	Geocontrole	25/02/2009
565	Reconhecimento Geotécnico - Prospeção Geológica e Geotécnica do Novo Hospital de Todos os Santos	Geocontrole	11/03/2009
621	Reconhecimento Geotécnico - Linha D, Alameda   Vale de Chelas	Geocontrole	01/12/1991
621	Reconhecimento Geotécnico - Linha "D": Lanço Alameda-Expo   Campanha de Prospeção Complementar	Geocontrole	09/09/1993
622	Reconhecimento Geotécnico - Linha "D": Lanço Alameda-Expo   Campanha de Prospeção Complementar	Geocontrole	27/08/1993

<b>Ref.<sup>a</sup> Relatório GeoSIG</b>	<b>Título</b>	<b>Empresa</b>	<b>Data Relatório</b>
646	Reconhecimento Geotécnico - Zona da Estação Alameda II	Geocontrole	01/11/1994
687	Prospecção Geológico-Geotécnica - Prolongamento da Avenida Afonso Costa / Olaias - Chelas / Praça Paiva Couceiro	Tecnasol-FGE	01/02/1999
711	Complexo Igreja de Chelas, n.º1	Geocontrole	20/01/1995
813	Estudo Geológico-Geotécnico - Nova Subestação do Alto de S. João	Geocontrole	20/11/2009
829	Estudo Geológico-Geotécnico - Escola Secundária Artística António Arroio	Geocontrole	26/01/2009
839	Reconhecimento Geotécnico - EB1JI   Bairro do Armador	Geocontrole	14/08/2008
854	Estudo Geológico Geotécnico - Bairro do Condado, Lote C	Geocontrole	01/02/2010
868	Estudo Geotécnico - Edifício na Penha de França	Geocontrole	01/09/2010
869	Estudo Geotécnico - COPRAD-RTB5, RTB6 E RQ3	Geocontrole	01/11/2000
874	Prospecção Geológica e Geotécnica - Novo IPO de Lisboa	Geocontrole	01/12/2008
937	Estudo Geotécnico - Junta de Freguesia de S. João	Geocontrole	01/06/2002
988	Relatório Geológico-Geotécnico - Av. Almirante Gago Coutinho	Geosolve	31/01/2006
1015	Reconhecimento Geológico-Geotécnico - Sistema Interceptor de Esgotos da Cidade de Lisboa   Estação de Tratamento de Chelas e Trituradores	Construções Técnicas	24/09/1986
1043	Estudo Geotécnico - Edifício na Rua Jorge Castilho	Geocontrole	01/10/2005
1045	Estudo Geotécnico - Av. Afonso Costa / Rua Jorge Castilho	Geocontrole	04/08/2006
1092	Reconhecimento Geotécnico - Rua Dr. Oliveira Ramos, 36	Tecnasol-FGE	31/03/1993
1149	Prospecção Geológico-Geotécnica - Passagem Superior Pedonal no Parque da Bela Vista	Tecnasol-FGE	01/11/2008
1175	Prospecção Geológico-geotécnica - Vale de Chelas, Quinta da Raposeira, 2ª fase	Engil	01/12/2003
1177	Alto da Eira Vale Escuro - Avenida Coronel Eduardo Galhardo, 14-34	Geocontrole	01/07/1991
1221	Estudo Geotécnico - Edifícios para Habitação no Casal do Pinto	Geocontrole	04/06/2001
1291	Reconhecimento Geológico-geotécnico - Edifício na Rua Marques da Silva, nº15, Penha de França	Geocontrole	22/09/2014
1399	Relatório de Ensaios (LNEC) - Alameda D. Afonso Henriques (Fonte Luminosa)	LNEC	01/07/1996
1410	Ensaios Pressiométricos - Zona da Estação da Alameda   Azinhaga da Fonte do Louro	LNEC	01/07/1996
1444	Relatório Geotécnico - Urbanização Vale de St. António, Bloco B   Avenida Mouzinho de Albuquerque	Sopecate	25/11/2004
1449	Relatório das Sondagens - Edifício para os Arquivos Municipais, CML	Sopecate	23/04/1960
1456	Relatório Geológico - R. Carlos Botelho   Picheleira	Sopecate	01/05/1961
1458	Relatório Geotécnico - Bairro da G.N.R.   Rua Domingos dos Reis Quita	Sopecate	08/05/1964
1467	Prospecção Geotécnica - Rua da Ilha do Príncipe, 7	Sopecate	09/04/1965
1482	Relatório Geotécnico - Av. Gago Coutinho, 26-28	Sopecate	08/06/1972
1498	Relatório Geotécnico - Reservatório do Vale Escuro	Sopecate	08/09/1975
1521	Relatório Geotécnico - PARADA DO ALTO DE S. JÓÃO	Sopecate	26/02/1985
1540	Relatório Geotécnico - Terreno no Casal Vistoso	Sopecate	22/11/1991
1545	Relatório Geotécnico - Quinta do Bacalhau	Sopecate	03/03/1993
1553	Relatório Geotécnico - Viaduto de Chelas	Sopecate	09/04/1991
1596	Relatório Geológico/Geotécnico – Rua Sarmento Beires, 50	Ancorpor	30/06/2006
1626	Estudo Geológico-Geotécnico - Plano de Pormenor do Casal do Pinto, Edifício da Nova Creche	Cêgê	08/03/2017
1635	Reconhecimento Geológico-Geotécnico – Parque de Estacionamento Manuel Gouveia	Geoma	25/07/2016

<b>Ref.<sup>a</sup> Relatório GeoSIG</b>	<b>Título</b>	<b>Empresa</b>	<b>Data Relatório</b>
1646	Estudo Geológico-Geotécnico - Parque de Estacionamento da Penha de França	Geocontrole	01/01/2016
1702	Estudo Geológico e Geotécnico - Terreno Rua Joseph Piel   Penha de França	Synege	18/05/2018
1737	Estudo Geológico-Geotécnico - Rua Sarmento Beires, Lote 47	Geocontrole	05/04/2018
1753	Reconhecimento Geotécnico - Estação Olaias	Geocontrole	28/08/1995
1993	Estudo Geológico e Geotécnico - Reabilitação de Troço da Conduta Chelas / Olaias   Avenida Carlos Pinhão (Ribeira do Vale de Chelas)	Betoteste	06/07/2011
2058	Relatório Geológico-Geotécnico - Loteamento de Iniciativa Municipal do Casal Vistoso, Lote A	Ancorpor	30/06/2006
2069	Reconhecimento Geológico-Geotécnico e Reconhecimento Geológico-Geotécnico Complementar - Construção de Unidade Hoteleira na Avenida Afonso Costa - Areiro	Geoma	13/02/2019
2086	Estudo Geotécnico - Reconversão para Hotel do Edifício no Gaveto da Alameda D. Afonso Henriques com a Rua Carlos Gardel, Lado Norte	ArgonVia	29/06/2018
2120	Reconhecimento Geológico - Plano de Urbanização de Chelas   Zona J	Sopecate	16/03/1971
2121	Reconhecimento Geológico - Plano de Urbanização de Chelas   Zona L	Sopecate	19/03/1971
2122	Reconhecimento Geológico - Plano de Urbanização de Chelas   Zona M	Sopecate	18/03/1971
2126	Reconhecimento Geológico-Geotécnico – PGG - Habitação Renda Acessível   Rua Ferreira de Castro / Rua Pedro Cruz e Bairro dos Alfinetes   Marvila	Geoma	21/02/2020
2148	Estudo Geológico e Geotécnico - Escola Básica do 1º Ciclo Arq. Vitor Palla(Antiga escola nº 143)	Geotest	10/04/2015
2154	Estudo Geológico e Geotécnico - Construção do Centro de Saúde do Beato   Beato	Açorgeo	21/03/2018
2157	Estudo Geológico-Geotécnico - Escola Básica 142 Actor Vale e Talude Adjacente   Olaias	Geocontrole	31/03/2018
2184	Reconhecimento Geotécnico - EUA Condominium	Teixeira Duarte	05/04/1993

**Quadro A.19.** Relatórios Geológico/Geotécnicos e Hidrogeológicos – AP4

<b>Ref.<sup>a</sup> Relatório GeoSIG</b>	<b>Título</b>	<b>Empresa</b>	<b>Data Relatório</b>
147	Prospecção Geotécnica - Lote de Terreno à Rua Projetada à Av. Marechal Gomes da Costa	Teixeira Duarte	01/03/1967
222	Prospecção Geotécnica - Empreendimento Areiro / Sacavém - Empreitada Geral 1 Roma-Areiro/Oriente	Geocontrole	01/03/2012
238	Parque Expo'98   Zona Norte	Tecnasol-FGE	31/05/1994
303	Reconhecimento Geológico-Geotécnico - Rua Atriz Palmira Bastos, Lote 38-B   Chelas	Geocontrole	28/12/1992
308	Reconhecimento Geotécnico - Construção de Edifício na Quinta de São João Baptista, Lote 1842	Teixeira Duarte	07/11/2000
322	Reconhecimento Geotécnico do Terreno - Ampliação do Hospital SAMS   Av. de Berlim, Olivais	Gepla	11/06/2001
324	Reconhecimento Geológico e Geotécnico - Edifícios na Av. Cidade de Luanda / Av. Cidade de Berlim	Rodio	07/01/2000
398	Prospecção Geotécnica - Bomba Repsol   Expo'98	Sopecate	10/02/1998

<b>Ref.<sup>a</sup> Relatório GeoSIG</b>	<b>Título</b>	<b>Empresa</b>	<b>Data Relatório</b>
400	Estudo Geotécnico - Instalações em Cabo Ruivo   Rua Cintura do Porto de Lisboa	Geocontrole	01/11/1987
401	Caracterização Geotécnica - Zona de Implantação da Porta Sul da Expo'98	Tecnasol-FGE	10/04/1994
402	Reabilitação e Instalação de Piezómetros - Parque das Nações	Teixeira Duarte	06/10/1999
403	Estudo Geológico e Geotécnico - Parque das Nações, Lote 1.06.2.2	Geotest	17/12/2005
405	Reconhecimento Geológico - Implantação de Depósito de Combustível nas Instalações da SHELL   Cabo Ruivo	GKN KELLER	07/01/1991
416	Reconhecimento Geotécnico - Parque de Olivais II	Tecnasol-FGE	21/09/1987
416	Estudo Geológico e Geotécnico - Loteamento da Zona da Gare do Oriente	Tecnasol-FGE	01/09/2014
417	Reconhecimento Geotécnico - Fundações do Facho II   Cabo Ruivo	Fundações Franki	04/05/1964
417	Relatório Geotécnico - Prospeção Tanques Petrogal (Reservatórios de 10.000 m3)   Cabo Ruivo	Fundações Franki	12/08/1981
418	Reconhecimento Geotécnico - Sondagens na Zona da ETAR da Petrogal, Parque das Nações	Fundações Franki	01/01/1965
418	Relatório Geotécnico - Prospeção Tanques Petrogal (Reservatório de 20.000 m3)   Cabo Ruivo	Fundações Franki	12/08/1981
418	Prospeção Geotécnica - Parque Das Nações, parcela 2.05	Fundações Franki	31/01/2000
422	Reconhecimento Geotécnico - Programa Especial de Realojamento (P.E.R.)   Av. de Berlim	Teixeira Duarte	06/12/1995
424	Relatório Geotécnico - Avenida Infante D. Henrique / Rua Vale Formoso de Cima	Sopecate	11/03/2004
450	Prospeção Geotécnica - Moradia na Rua Cidade Nova Lisboa, n.º 45	Soper	11/02/2004
455	Relatório Geotécnico - Lote 3.01.04 no Parque das Nações	Sopecate	25/11/2003
493	Estudo Geológico e Geotécnico - Urbanização Alto do Mouro	Geotest	22/11/2004
515	Reconhecimento Geotécnico - Zona de Intervenção da Parque Expo'98, Lotes 307.1 e 307.3   PP3 Expo	Teixeira Duarte	20/06/1996
517	Reconhecimento Geotécnico - Quarteirão 310   Parque Expo	Geocontrole	09/08/1996
517	Relatório da Prospeção Geológico-Geotécnica - Parcela 310, Lotes 1 a 11   Expo'98	Geocontrole	15/03/1997
518	Relatório Geotécnico - Ex Pavilhão de Portugal na Feira do Livro de Frankfurt, Lote 01.07.01   Parque das Nações	Sopecate	19/01/2001
519	Reconhecimento Geotécnico - Edifício Multiusos, Lote 1.01.1.1   Parque das Nações	Gaprobra	01/10/1999
520	Relatório Geotécnico - Construção das Estruturas Modulares   Expo '98	Sopecate	20/05/1996
523	Reconhecimento Geológico-Geotécnico - Edifícios na Expo   Quarteirão 309	Geocontrole	12/08/1996
533	Estudo Geotécnico - Piscinas Municipais de Lisboa   Marvila	Geocontrole	25/09/2010
542	Estudo Geológico e Geotécnico - Loteamento da Zona da Matinha	Geotest	10/07/2014
554	Estudo Geotécnico - Parcela 1.11 do Parque das Nações	Geocontrole	01/02/2002
556	Estudo Geotécnico - LOTE 1.07.1.1, Parque das Nações	Geocontrole	01/09/2010
580	Reconhecimento Geológico-Geotécnico - Office Oriente   Parque das Nações	Geocontrole	21/02/1999
591	Estudo Geotécnico - Torres Expo, Lote 1.10   Parque das Nações	Geocontrole	15/05/2008
593	Relatório Geológico e Geotécnico - Novo Laboratório Central da EPAL	Geocontrole	01/06/2006
593	Estudo Hidrogeológico e Geológico-Geotécnico - Unidade de Execução Olivais Sul	Geocontrole	04/12/2018
605	Reconhecimento Geotécnico - Lote 1.04.2 do Parque EXPO'98	Geocontrole	16/04/1997

<b>Ref.<sup>a</sup> Relatório GeoSIG</b>	<b>Título</b>	<b>Empresa</b>	<b>Data Relatório</b>
612	Reconhecimento Geotécnico - Quarteirão 310, Lote 4   EXPO	Geocontrole	17/04/1997
613	Estudo Geotécnico - Edifício EXPO, Lote 1.18	Geocontrole	01/06/2001
615	Estudo Geotécnico - Reconhecimento Geotécnico para Piscinas Municipais de Lisboa   Vale Fundão	Geocontrole	30/09/2010
618	Estudo Geotécnico - Reconhecimento Geotécnico para Piscinas Municipais de Lisboa   Olivais	Geocontrole	30/09/2010
619	Reconhecimento Geotécnico - Entrada da Bacia Sul e da Face de Tardoz da Ponte Cais	Geocontrole	30/06/2006
621	Reconhecimento Geotécnico - Linha "D": Lanço Alameda-Expo   Campanha de Prospecção Complementar	Geocontrole	09/09/1993
622	Reconhecimento Geotécnico - Linha "D": Lanço Alameda-Expo   Campanha de Prospecção Complementar	Geocontrole	27/08/1993
626	Reconhecimento Geotécnico - Lotes 4.10.10 e 4.03.01   Parque das Nações	Geocontrole	01/07/2001
633	Estudo Geológico e Geotécnico - Parque das Nações, 4.43	Geocontrole	01/09/2001
635	Adenda ao Estudo Geotécnico - Posto Abastecedor na Av. de Berlim   Parque das Nações	Geocontrole	02/07/2001
637	Recuperação e Instalação de Piezómetros para Monitorização de Águas Subterrâneas   Parque das Nações	Geocontrole	29/04/2000
641	Reconhecimento Geológico-Geotécnico - Parque das Nações, Lote 2.33	Geocontrole	01/05/2000
644	Estudo Geotécnico - Nova Sede Easyphone Portugal, Lote 1.03.2.1   Parque das Nações	Geocontrole	01/09/2000
680	PARQUE EXPO'98	Tecnasol-FGE	30/03/1994
681	PARQUE EXPO'98 - Estação Oriente	Tecnasol-FGE	29/01/1994
682	Prospecção Geotécnica - Estação do Oriente	Tecnasol-FGE	01/09/1995
694	Reconhecimento Geológico-Geotécnico - Prolongamento da Linha Vermelha: Oriente / Aeroporto   96º Troço Parcial - Estação Oriente / Futura Estação Moscavide	Tecnasol-FGE	25/05/2004
695	Reconhecimento Geológico-Geotécnico - Prolongamento da Linha Vermelha: Oriente / Aeroporto   Futura Estação de Moscavide	Tecnasol-FGE	01/05/2004
696	Relatório Geológico e Geotécnico - PROLONGAMENTO ORIENTE / AEROPORTO	Tecnasol-FGE	01/06/2004
697	Relatório Geológico e Geotécnico - PROLONGAMENTO ORIENTE / AEROPORTO	Tecnasol-FGE	01/06/2004
701	Reconhecimento Geológico e Geotécnico - Lote 3.09.04, Lote 3.09.06, Lote 3.07.08 - Parque Expo	Rodio	31/12/1996
722	Prospecção Geotécnica Complementar - Núcleos dos Molhes da Doca dos Olivais	Rodio	18/01/1995
724	Estudo Geotécnico - Novas Instalações da IMOCOM	Geocontrole	01/08/2006
725	Estudo Geotécnico - PARQUE DAS NAÇÕES, LOTES 3.22 E 3.23	Geocontrole	01/09/2002
734	Reconhecimento Geotécnico Complementar - TROÇO DE CHELAS-ORIENTE	Rodio	28/02/1995
740	Prospecção Geotécnica - PAVILHÃO UNICER, EXPO'98	Geocontrole	01/11/1996
744	Estudo Geotécnico - PARQUE DE ESTACIONAMENTO, LOTE 2.33	Geocontrole	01/09/2010
765	Relatório Geológico e Geotécnico - Rua do Bojador / Jardins Garcia da Horta   Parque das Nações	Tecnasol-FGE	01/09/2007
776	Estudo Geotécnico - Parcela 3.17.03   Parque Das Nações	Geocontrole	01/08/2010
778	Estudo Geotécnico - PARQUE DAS NAÇÕES, LOTE 1.06.2.2	Geocontrole	01/10/2004
782	Estudo Geotécnico - Expansão Do Oceanário De Lisboa	Geocontrole	01/08/2009

<b>Ref.<sup>a</sup> Relatório GeoSIG</b>	<b>Título</b>	<b>Empresa</b>	<b>Data Relatório</b>
789	Estudo Geotécnico - Parque Das Nações, Parcela 3.12	Geocontrole	01/09/2009
790	Reconhecimento Geotécnico - Hospital das Descobertas	Geocontrole	01/11/1998
794	Estudo Geotécnico Complementar - Parque Das Nações, Lote 3.17.01	Geocontrole	01/09/2010
796	Estudo Geotécnico - Edifício Espace, Lote 1.06.1.3 / Edifício Explorer, Lote 1.06.1.04	Geocontrole	22/09/2007
797	Lote 1.02.1 - Zona PPI Da Expo	Geocontrole	01/12/1999
798	Estudo Geológico e Geotécnico - Parque Das Nações, Parcela 3.17.04	Geocontrole	01/08/2010
800	Estudo Geotécnico - PARQUE DAS NAÇÕES, parcela 3.12	Geocontrole	01/10/2009
801	ESTUDO GEOTÉCNICO - Parque das Nações, LOTE 3.17.01	Geocontrole	01/11/2001
802	Estudo Geotécnico - Torre Azata, Lote 3.01.01	Geocontrole	01/09/2010
805	Estudo Geotécnico - Edifício Lisboa, Parque Das Nações	Geocontrole	01/01/2010
807	Prospecção Geotécnica - Parque Das Nações, parcela 3.15	Geocontrole	31/12/1999
808	Prospecção Geotécnica - Parque Das Nações, parcela 3.08	Geocontrole	31/01/2000
820	Reconhecimento Geotécnico - Piscinas Municipais de Lisboa   Vale Fundão	Geocontrole	23/09/2010
821	Reconhecimento Geotécnico - Piscinas Municipais de Lisboa, Olivais	Geocontrole	29/09/2010
822	Reconhecimento Geológico e Hidrogeológico - Lotes 1.06.2.5 e 1.06.2.4 na Av.D. João II	Geocontrole	22/09/2010
823	Estudo Geotécnico - Parque Expo, Área PP2 / PP3	Geocontrole	31/12/1999
825	Estudo Geotécnico - Parque Das Nações, Lote 1.07.2.2	Geocontrole	01/12/2008
826	Estudo Geotécnico - Parque Das Nações, Lote 2.20.02	Geocontrole	01/01/2009
827	Prospecção Geotécnica Complementar - Estação Oriente	Geocontrole	01/02/2009
836	Estudo Geotécnico - Parque Das Nações, Lote 4.05	Geocontrole	01/01/2002
865	Reconhecimento Geotécnico - EB1 nº187 Marvila	Geocontrole	01/11/2008
902	Estudo Geotécnico - Rua Tomás Alcaide / R. Manuel Teixeira Gomes	Geocontrole	01/07/2001
942	Estudo Geotécnico - Edifício dos Olivais, Lote 323	Geocontrole	01/06/2007
947	Estudo Geotécnico - Av. Marechal Gomes da Costa / Av. Dr. Augusto de Castro	Geocontrole	07/10/2007
964	Relatório Geotécnico - Jardim de Infância nº 3 e EB1 nº36   Sta Maria dos Olivais	Sopecate	02/12/2008
970	Relatório Geotécnico - Parque das Nações, Parcela 1.19	Sopecate	15/10/2004
976	Relatório Geotécnico - Parque das Nações, lote 2.34	Sopecate	19/12/2006
1005	Relatório Geotécnico - E. Sup. Enfermagem Artur Ravara	Sopecate	23/06/1997
1014	Relatório Geotécnico - Pavilhões Dos Países Participantes   Expo'98	Sopecate	12/01/1995
1189	Reconhecimento Geotécnico - Edifício Sede da SOLBEL   Avenida Marechal Gomes da Costa, 23	Geocontrole	01/05/2011
1190	Estudo Geológico e Geotécnico - NOVARAC, Instalações Técnicas Especiais   Moscavide	Geotest	04/04/2011
1257	Prospecção Geológico-Geotécnica - Piscina Municipal do Vale Fundão	Tecnasol-FGE	01/04/2004
1258	Estudo Geológico-Geotécnico - Piscinas Municipais de Lisboa, Vale Fundão	Geoma	26/05/2004
1314	Reconhecimento Geotécnico - "Vídeo Estádio"   Av. da Boa Esperança / R. do Bojador	Construções Técnicas	28/07/1997
1351	Reconhecimento Geotécnico - Avenida Infante Dom Henrique, 336	Teixeira Duarte	25/10/1989
1355	Reconhecimento Geotécnico - Pavilhão do Futuro, Parque Expo 98   Alameda dos Oceanos, 45	Teixeira Duarte	27/08/1995
1356	Relatório Geotécnico - Complexo da Plataforma Intermodal	Sopecate	02/01/1995



<b>Ref.<sup>a</sup> Relatório GeoSIG</b>	<b>Título</b>	<b>Empresa</b>	<b>Data Relatório</b>
1356	Estudo Geológico e Geotécnico Complementar - Rua Conselheiro Lopo Vaz, K - Tower - Avenida Recíproca   Parque das Nações	Sopecate	11/04/2019
1358	Relatório Geotécnico - Pavilhão Multiusos	Sopecate	27/12/1994
1359	Reconhecimento Geotécnico Complementar - Galeria Técnica   Doca dos Olivais	Teixeira Duarte	28/09/1995
1361	Reconhecimento Geotécnico - Área Central de Serviços   Alameda dos Oceanos, 1.08.01.A-1.08.01.O	Teixeira Duarte	20/10/1995
1362	Reconhecimento Geotécnico - Zona Envolvente da Torre de Queima da Petrogal   Alameda dos Oceanos	Teixeira Duarte	02/10/1995
1364	Reconhecimento Geotécnico - Edifício "Casas do Tejo"   Olivais	Teixeira Duarte	11/11/1995
1367	Reconhecimento Geotécnico - Centro de Comunicação Social e Restaurante   Passeio de Ulisses, 2.08.01	Teixeira Duarte	01/07/1996
1369	Reconhecimento Geotécnico - Auditório Júlio Verne   Jardim Mário Ruivo	Teixeira Duarte	05/08/1996
1375	Reconhecimento Geotécnico - Pavilhão do Conhecimento dos Mares   Largo José Mariano Gago, 1	Teixeira Duarte	31/08/1995
1376	Reconhecimento Geotécnico - Subestação Elétrica Sul   Rua dos Argonautas, 3.24.01	Teixeira Duarte	11/07/1995
1379	Reconhecimento Geotécnico - Pavilhão de Portugal   Rossio dos Olivais, 2.12.01-2.12.02	Teixeira Duarte	15/09/1995
1381	Reconhecimento Geotécnico - Viaduto da Petrogal   Zona de Intervenção da Parque Expo 98   Passeio do Báltico	Teixeira Duarte	30/01/1996
1382	Reconhecimento Geotécnico - Estrutura de Suporte da Alameda Diagonal e Reforço do Muro de Suporte	Teixeira Duarte	29/01/1996
1383	Sondagens Geológicas - Ponte-Cais da Matinha e Regularização da Margem Direita do Tejo entre Matinha e Cabo Ruivo/Olivais	Teixeira Duarte	28/02/1942
1383	Reconhecimento Geológico - Reservatórios a Norte do Parque I, Cabo Ruivo	Teixeira Duarte	30/06/1966
1383	Furos de Monitorização - Zona de Intervenção do Parque Expo 98	Teixeira Duarte	03/02/1997
1389	Relatório para Captação de Água - Refinaria da Petrogal, Cabo Ruivo	GKN KELLER	22/01/1990
1390	Reconhecimento Geológico - Unidades de Dessulfuração e Sodas da Refinaria de Cabo Ruivo	Teixeira Duarte	01/09/1963
1393	Reconhecimento Geotécnico - Zona de Intervenção da Parque Expo 98, Poente da Parcela 3.10	Teixeira Duarte	25/06/1997
1397	Reconhecimento Geotécnico - "Vídeo Estádio"   Av. da Boa Esperança / R. do Bojador	Teixeira Duarte	23/10/1996
1401	Prospecção Geotécnica - Expo'98, Lotes 1.02.2.3	Geocontrole	0001-01-01
1413	Execução de Toscos entre a Estação do Oriente e a Estação do Aeroporto	Tecnasol-FGE	01/05/2008
1432	Relatório Geológico-Geotécnico - Lotes 1 a 9, Estrada da Circunvalação, Olivais	Tecnasol-FGE	01/11/2004
1433	Relatório Geológico-Geotécnico - Parque das Nações (Expo) - Lote 3.11.06	Tecnasol-FGE	31/10/2000
1435	Relatório Geológico-Geotécnico - Parque das Nações, Lote 2.02 e 2.08	Tecnasol-FGE	31/03/1997
1438	Estudo Geológico-Geotécnico - Edifício Oriente na Av. Príncipe Perfeito, Lote 1.14.02, Parque das Nações	Tecnasol-FGE	30/04/2005

**Quadro A.20.** Relatórios Geológico/Geotécnicos e Hidrogeológicos – AP5

<b>Ref.<sup>a</sup> Relatório GeoSIG</b>	<b>Título</b>	<b>Empresa</b>	<b>Data Relatório</b>
5	Relatório de Prospeção - Urbanização Quinta das Freiras	Fundações FRANKI	23/08/1973
17	Reconhecimento Geotécnico - Avenida dos Combatentes, Empreendimento 105	Teixeira Duarte	07/08/1973
25	Prospeção Geotécnica - Terreno na Estrada da Luz	Geosoc	01/05/1996
26	Reconhecimento Geológico e Geotécnico - Rua Lúcio de Azevedo, Lote 5	Rodio	01/11/1993
27	Prospeção Geotécnica para Edifícios - Bairro de D. Leonor   Benfica	Sopecate	05/11/1993
28	Relatório Geotécnico - Estudo Geotécnico para Edifício na Estrada da Luz	Sopecate	07/01/1999
29	Reconhecimento Geotécnico - Sociedade Torres do Tejo   Av. General Norton de Matos / Estrada da Luz	Teixeira Duarte	27/12/1983
30	Relatório Geológico-Geotécnico - Urbanização a Norte do Estádio da Luz	Opca	14/12/1999
31	Prospeção Geotécnica - Loteamento do Alto dos Moinhos	Engil	21/02/2002
33	Reconhecimento Geotécnico - Quinta do Ferrão (Instalações Ordem de S. Domingos)   Benfica	Geocontrole	01/12/1988
35	Relatório Geotécnico - Azinhaga dos Barros, Lotes 23 e 24   Azinhaga das Galhardas	Sopecate	03/12/2003
36	Reconhecimento Geotécnico - Terreno Destinado a Urbanização   Estrada da Luz	Construções Técnicas	01/01/1992
37	Reconhecimento Geotécnico - Rua Virgílio Correia, Lote 17 e 18	Belbetões	07/03/2001
38	Estudo Geológico-Geotécnico - Hospital Lusíadas Lisboa?	Cêgê	06/03/2002
39	Estudo Geotécnico - Parque de Estacionamento Subterrâneo na Estrada da Luz	Geocontrole	01/05/2001
64	Relatório Geotécnico - Quinta dos Barros	Soper	22/09/1997
65	Reconhecimento Geológico - Azinhaga das Galhardas, Lotes 10 e 11	Constrotúnel	01/12/2005
66	Reconhecimento Geotécnico - Parque dos Príncipes   Telheiras	Geocontrole	01/03/1989
67	Reconhecimento Geológico e Geotécnico - Companhia Cerâmica de Telheiras   Azinhaga das Galhardas, Lotes 8 e 9	Rodio	22/02/2002
68	Prospeção Geotécnica - Edifício na Rua Cipriano Dourado   Campo Grande	Empresa Desconhecida	01/01/1992
69	Relatório Geológico-Geotécnico - Lisboa Parque   Av. Forças Armadas	Construções Técnicas	26/05/1994
70	Estudo Geotécnico - Edifícios na Avenida dos Combatentes	Geocontrole	20/12/2001
71	Estudo Geotécnico - Empreendimento Qt. <sup>a</sup> das Rosas   Laranjeiras	Geocontrole	01/01/2000
72	Estudo Geotécnico - Autossilo   Telheiras	Geocontrole	14/12/2001
74	Relatório Geotécnico - NAT "Aldeia de Telheiras", Lotes 2 a 7   Telheiras Sul	Sopecate	07/04/2004
75	Reconhecimento Geotécnico - Telheiras Norte II (Moradias do Planalto)	Teixeira Duarte	22/12/1994
76	Estudo Geotécnico - Cobertura do Campo de Jogos da Escola Alemã	Geocontrole	01/07/2002
77	Reconhecimento Geotécnico - Urbanização na Azinhaga das Galhardas   Telheiras	Geocontrole	20/10/1995
79	Reconhecimento Geotécnico - Terreno Destinado à Construção de Edifício, Lote 22-A   Lumiar	Construções Técnicas	01/08/1990
81	Reconhecimento Geotécnico - Programa Lumiar 2 - Torre J1   Lumiar	Teixeira Duarte	04/11/1992
82	Reconhecimento Geotécnico - Programa Lumiar 2 - Torre H1   Lumiar	Teixeira Duarte	05/11/1992
89	Reconhecimento Geotécnico - Quinta das Pedreiras, Lote 7   Lumiar	Teixeira Duarte	17/11/1993

<b>Ref.<sup>a</sup> Relatório GeoSIG</b>	<b>Título</b>	<b>Empresa</b>	<b>Data Relatório</b>
90	Prospecção Geotécnica - Estudo das Fundações de 2 Lotes (8A e 9) na Quinta das Pedreiras   Lumiar	Construções Técnicas	15/07/1987
91	Prospecção Geotécnica - Estudo das Fundações dos Lotes 7 e 8 na Quinta das Pedreiras   Lumiar	Construções Técnicas	03/11/1987
91	Estudo Geotécnico - Rua Prof. Salazar de Sousa, Lote 8	Construções Técnicas	01/05/2006
92	Estudo Geotécnico - Urbanização da Quinta das Pedreiras Norte, Lote 7   Lumiar	Solteste	01/04/1994
93	Prospecção Geotécnica - Estudo das Fundações de 3 Lotes na Quinta das Pedreiras   Lumiar	Construções Técnicas	16/05/1989
103	Estudo Geotécnico - Rua António Albino Machado, Lote 19	Geocontrolo	01/09/2001
104	Reconhecimento Geológico e Geotécnico - Urbanização das Galhardas, Lotes 19 a 22   Azinhaga das Galhardas	Rodio	01/04/2005
104	Estudo Geotécnico Complementar - URBANIZAÇÃO DAS GALHARDAS, lote 19	Rodio	01/01/2008
105	Reconhecimento Geotécnico - Quinta do Lactário, Lotes 1 a 5	Geocontrolo	26/06/1997
107	Reconhecimento Geotécnico do Terreno - Alta de Lisboa, Malha 5   Lumiar	Engil	14/11/2002
108	Prospecção Geotécnica - Escola Básica EB1 n.º 120   Laranjeiras	Geoplano	22/09/2009
109	Estudo Geológico e Geotécnico Complementar - Edifício na Rua João de Freitas Branco   Alto dos Moinhos	Geotest	22/09/2008
111	Estudo Geotécnico - Complexo Parque Norte-Sul	Geocontrolo	18/01/2007
114	Estudo Geotécnico - Edifício na Estrada da Luz, n.º 8	Geocontrolo	17/04/2009
115	Reconhecimento Geotécnico - Edifício Periférico   Palma de Baixo	Teixeira Duarte	21/05/1991
119	Prospecção Geotécnica - Estudo das Fundações do Lote 4, Quinta das Pedreiras   Lumiar	Construções Técnicas	01/07/1987
133	Prospecção Parque dos Príncipes - Telheiras	Belbetões	01/04/1990
136	Estudo Geológico-Geotécnico - Edifício Habitacional, Lote 15   Telheiras	Geocontrolo	19/09/1994
137	Prospecção LNETI - Estrada do Paço do Lumiar	Gepla	10/10/1989
142	Relatório Geotécnico - Rua das Laranjeiras, 35-45	Sopecate	23/10/2006
143	Estudo Geológico e Geotécnico - Azinhaga das Galhardas, Lotes 17 e 18	Geotest	17/04/2003
144	Reconhecimento Geotécnico do Terreno - Estrada da Luz	Construções Técnicas	15/05/1990
145	Relatório Prospecção - Edifícios em Telheiras, Lote 10	Geocontrolo	22/08/1994
152	Projeto do Campo Grande, 54	Indubel	27/02/1991
161	Reconhecimento Geotécnico - Edifício no Campo Grande, 380	Geocontrolo	10/04/1991
166	Reconhecimento Geológico e Geotécnico - Quinta do Lactário   Rua António Albino Machado	Rodio	01/05/1993
170	Reconhecimento Geotécnico - Programa Lumiar 3   Torres I1, I2 e G1	Teixeira Duarte	24/01/1994
172	Reconhecimento Geotécnico - Edifício no Campo Grande	Geocontrolo	27/12/1993
174	Reconhecimento Geotécnico - Edifício na Av. 5 de Outubro	Rodio	25/10/1978
175	Relatório Geotécnico - Urbanização Benfica Stadium	Sopecate	13/05/2002
180	Prospecção LNETI - Estrada do Paço do Lumiar	Gepla	10/10/1989
183	Prospecção Geotécnica - Estudo das Fundações de Blocos Habitacionais   Telheiras	Construções Técnicas	26/07/1988
186	Relatório Geotécnico - Cidade Universitária, Av. das Forças Armadas	Sopecate	02/12/2004
186	Estudo Geológico e Geotécnico - Lote 4 (Edif. 4A e 4B), Loteamento das Forças Armadas   Entrecampos	Sopecate	18/10/2019

<b>Ref.<sup>a</sup> Relatório GeoSIG</b>	<b>Título</b>	<b>Empresa</b>	<b>Data Relatório</b>
186	Reconhecimento Geológico-Geotécnico - PGG - Lote 4, Blocos 4C, 4D, 4E e Lote 7   Entrecampos	Sopecate	07/01/2020
197	Prospecção Geotécnica - Terreno da Quinta da Torre do Fato	Sopecate	03/09/1987
198	Reconhecimento Geotécnico - Edificação em Telheiras, Lote 7	Geocontrole	07/09/1994
201	Estudo Geotécnico - Edifício na Estrada de Benfica	Geocontrole	01/07/2008
203	Reconhecimento Geotécnico - Quinta de Santo António	Geocontrole	05/06/1996
204	Prospecção Geológico-Geotécnica - Unidade Privada de Saúde   Alto dos Moinhos	Fundasol	08/09/2006
227	Reconhecimento Geotécnico - Estrada de Benfica, Lotes 435 a 437	Geocontrole	16/05/1997
231	Reconhecimento Geotécnico - Novas Instalações da Renault   Telheiras	Geocontrole	17/11/1997
232	Colégio Planalto   Telheiras Sul	Tecnasol-FGE	05/04/1995
267	Relatório Geotécnico - Prospecção Geotécnica para Moradias do Planalto, 3ª Fase   Telheiras	Sopecate	22/07/1996
269	Reconhecimento Geotécnico - Parque de Estacionamento para Residentes na Rua Ana de Castro Osório	Geosoc	18/05/1998
272	Reconhecimento Geotécnico - Edifício sito na Av. 5 de Outubro n.º 301 a 319   Hotel Villa Rica	Belbetões	31/08/1999
277	Reconhecimento Geotécnico do Terreno - Rua Fernando Lopes Graça, Lote 01   Telheiras	Engil	06/10/1999
309	Reconhecimento Geotécnico - Parque dos Príncipes, Lote D1   Telheiras	Teixeira Duarte	18/05/1999
332	Reconhecimento Geológico e Geotécnico - Quinta das Camareiras   Carnide	Rodio	01/12/1999
333	Estudo Geotécnico - Edifício Montepio Geral na Rua Sousa Loureiro   Benfica	Geocontrole	18/05/2002
355	Reconhecimento Geológico e Geotécnico - Rua Prof. Hernani Cidade, Lote 3 e 4   Urbanização do Sporting - Telheiras	Rodio	01/09/2001
364	Estudo Geotécnico - Urbanização Quinta de Santo António dos Ulmeiros	Geocontrole	01/05/2003
366	Estudo Geotécnico - Parque de Estacionamento na Urbanização Sul, Lote 13A   Benfica	Geocontrole	01/07/2003
368	Reconhecimento Geológico e Geotécnico - Urbanização das Galhardas   Azinhaga das Galhardas, Lotes 12 e 25	Rodio	12/05/2003
372	Reconhecimento Geológico-Geotécnico - Urbanização do Alto da Faia III   Telheiras Norte III	Geocontrole	01/12/2000
373	Prospecção Geológica/Geotécnica - Edifício do Lote A, Alto da Faia IV	Mota Engil	28/05/2007
374	Estudo Geotécnico - Paço do Lumiar, Lote S	Geocontrole	04/04/2001
448	Estudo Geotécnico - Posto de Abastecimento GALP Eixo Norte-Sul   Alto da Faia - Telheiras	Geocontrole	26/02/2004
453	Reconhecimento Geotécnico - Edifício na Rua Ernesto Costa   Lumiar	Geocontrole	01/04/2004
489	Reconhecimento Geotécnico - Horta Nova, Lotes 14/15   Telheiras	Geocontrole	08/03/2005
537	Estudo Geológico e Geotécnico - Edifício Hospitalar   Lumiar	Geotest	11/02/2014
572	Estudo Geológico-Geotécnico - Novas Instalações da Torre do Tombo	Geocontrole	02/08/1982
714	Reconhecimento Geológico e Geotécnico - Nova sede da MSF SGPS	Geocontrole	01/06/2007
731	Relatório Geológico e Geotécnico - ALAMEDA DAS LINHAS DE TORRES, 6	Rodio	01/07/1997
732	Estudo Geológico e Geotécnico - E.B. INTEGRADA DE TELHEIRAS	Geocontrole	01/07/2009
735	Estudo Geotécnico - Hospital de Sta. Maria   Edifício de Radioterapia	Geocontrole	01/07/2009

<b>Ref.<sup>a</sup> Relatório GeoSIG</b>	<b>Título</b>	<b>Empresa</b>	<b>Data Relatório</b>
824	Estudo Geotécnico - Alto Do Lumiar, Lote 117-A	Geocontrole	01/11/2000
834	Estudo Geotécnico - AUTOSILO / TELHEIRAS	Geocontrole	01/08/2010
840	Estudo Geológico e Geotécnico - Pavilhão Desportivo Do Colégio Militar De Lisboa	Geocontrole	01/11/2009
846	Estudo Geotécnico - Av. Ventura Terra, 18	Geocontrole	01/10/2008
862	Estudo Geológico Geotécnico - Edifício "The Symbol", Rua 5 de Outubro	Geocontrole	01/12/2007
863	Reconhecimento Geotécnico - Jardim de Infância do Lumiar	Geocontrole	01/11/2008
884	Reconhecimento Geotécnico - Telheiras Sul (Edifício R2)	Geocontrole	31/08/2000
896	Reconhecimento Geotécnico Complementar - Estrada Laranjeiras	Geocontrole	01/07/2001
903	Reconhecimento Geotécnico - R. Inocêncio Francisco da Silva	Geocontrole	01/06/2000
913	Estudo Geotécnico - McDonald's Av. Padre Cruz	Geocontrole	01/04/2000
927	Prospecção Geotécnica - Jardim Infância   Alto Faia-Telheiras	Geocontrole	28/02/2000
929	Reconhecimento Geotécnico - Quinta do Lactário, lote 4 e 5	Geocontrole	21/02/2000
939	Estudo Geológico e Geotécnico - Biblioteca Municipal de Telheiras	Geocontrole	01/04/2001
948	Sondagens Mecânicas de Percussão - Estação Cidade Universitária / Av. Padre Cruz	Geocontrole	11/08/1983
954	Estudo Geológico-Geotécnico - Novas Instalações da Torre do Tombo	Geocontrole	01/09/1985
965	Relatório Geotécnico - Piscina Municipal do Campo Grande	Sopecate	19/12/2008
996	Prospecção Geotécnica - Instituto Superior de Higiene Dr. Ricardo Jorge	Teixeira Duarte	17/11/1967
1003	Relatório Geotécnico - Ampliação das Instalações da Biblioteca Nacional	Sopecate	13/11/1995
1056	Prospecção Geotécnica - R. José Linis do Rego	Opway	01/05/2008
1071	Prospecção Geológica e Geotécnica - Rua Maestro Frederico de Freitas   Benfica	Soper	10/07/2003
1130	Relatório Geológico e Geotécnico - Alto dos Moinhos	Tecnasol-FGE	01/10/1998
1151	Estudo Geológico e Geotécnico - Pavilhão Anexo ao Novo Estádio da Luz	Tecnasol-FGE	01/04/2002
1170	Estudo Geotécnico - Health Club   Rua Joaquim Rocha Cabral, 26	Geocontrole	01/04/2003
1184	Estudo Geológico-geotécnico - Avenida Cinco de Outubro, 279	Lemo	18/03/2011
1187	Estudo Geológico e Geotécnico - Avenida Cinco de Outubro, 279	Geotest	13/01/2011
1208	Estudo Geotécnico - Rua Embaixador Martins Janeira, 14	Geocontrole	01/03/2011
1215	Estudo Geológico e Geotécnico - Rua Maestro Frederico de Freitas / Rua Professor Reinaldo dos Santos	Geotest	18/01/2012
1227	Reconhecimento Geotécnico - Província Portuguesa do Instituto de Santa Doroteia	Geocontrole	29/10/1995
1252	Estudo Geológico-Geotécnico - Loja ALDI   Rua Frederico George, Lote 2   Telheiras	Geocontrole	01/05/2013
1255	Relatório Geológica e Geotécnica - Novas Instalações do Colégio Mira Rio	Geosolve	30/04/2012
1259	Estudo Geotécnico - Residência Universitária   Campo Grande, 189	Geocontrole	01/04/2013
1269	Reconhecimento Geológico e Geotécnico - Urbanização Benfica Stadium, Lote 9   Rua António Alçada Baptista, 2	Geocontrole	31/01/2014
1276	Relatório Geológico-Geotécnico - Avenida Cinco de Outubro, 275-277	Tecnasol-FGE	01/11/2014
1286	Reconhecimento Geológico e Geotécnico - Externato Marista de Lisboa   Rua Major Neutel de Abreu	Geocontrole	01/09/2013

<b>Ref.<sup>a</sup> Relatório GeoSIG</b>	<b>Título</b>	<b>Empresa</b>	<b>Data Relatório</b>
1294	Estudo Geológico-Geotécnico - Complexo Desportivo Municipal do Campo Grande	GeoAlgar	20/12/2013
1327	Reconhecimento Geológico-Geotécnico - Sporting Clube de Portugal   Rua Francisco Stomp, Pavilhão	Geoma	15/07/2015
1343	Relatório das Sondagens de Prospeção - Edifício no Campo Grande Nº 15 a 29	Indubel	01/06/1992
1344	Estudo Geológico-Geotécnico - Viaduto de Entrecampos	Cêgê	01/03/1983
1349	Estudo Geotécnico - Edifício na Av. do Brasil nº 43	Fundações Franki	19/04/1982
1414	Relatório Geológico e Geotécnico - NOVO ESTÁDIO JOSÉ DE ALVALADE	Tecnasol-FGE	01/12/1999
1425	Relatório Geológico e Geotécnico - Acessos ao Novo Estádio da Luz	Tecnasol-FGE	01/02/2003
1440	Relatório Geológico e Geotécnico - Novo Estádio do Sport Lisboa e Benfica	Tecnasol-FGE	01/10/2001
1446	Relatório Geotécnico - Ala Poente da Faculdade de Letras da Universidade de Lisboa	Sopecate	38531
1455	Relatório Geotécnico - Nó das Calvanas   Rotunda Nelson Mandela	Sopecate	38887
1462	Relatório Geológico - Rua Teresa Gomes, 10-12B	Sopecate	24431
1479	Relatório Geotécnico - Viaduto Av. Marechal Carmona	Sopecate	26100
1483	Relatório Geotécnico - Terrenos adjacentes à Alameda das Linhas de Torres, Norte do Campo Grande	Sopecate	26591
1483	Relatório Geotécnico - Urbanização Santa Marta	Sopecate	32349
1486	Relatório Geotécnico - Monumento ao Marechal Carmona, Campo Grande	Sopecate	25812
1487	Relatório Geotécnico - Viaduto no Extremo Norte do Campo Grande   Av. General Norton de Matos	Sopecate	25819
1489	Relatório Geotécnico - Avenida Padre Cruz / Rua Prof. Fernando da Fonseca   Nó de Telheiras	Sopecate	26117
1508	Relatório Geotécnico - ZONA HABITACIONAL JUNTO AO ESTÁDIO DA LUZ	Sopecate	30102
1530	Relatório Geotécnico - Urbanização da Ordem Terceira, Estrada da Luz	Sopecate	31239
1531	Relatório Geotécnico - Blocos habitacionais em Telheiras Sul	Sopecate	31299
1532	Relatório Geotécnico - Edifício na Rua dos Soeiros	Sopecate	31447
1538	Relatório Geotécnico - Novas Instalações da Faculdade de Farmácia	Sopecate	33177
1552	Relatório Geotécnico - Viadutos do Campo Grande	Sopecate	33396
1555	Relatório Geotécnico - Quinta dos Barros	Sopecate	33368
1558	Relatório Geotécnico - TERRENOS DA CASA DA RÁDIO	Sopecate	33332
1628	Estudo Geológico e Geotécnico - Edifícios Habitacional na Rua da Fonte, 6 - 12	Geoprolífero	42760
1639	Estudo Geológico e Geotécnico - Antiga Feira Popular   Entrecampos	Betoteste	43224
1669	Estudo Geológico-Geotécnico - Arruamentos Estrada da Luz e Parqueamentos	Construções Técnicas	43373
1686	Estudo Geológico e Geotécnico - Empreendimento Benfica Stadium, Lote 6	Synege	42308
1687	Estudo Hidrogeológico - Loteamento da Quinta do Bensaúde   Alto dos Moinhos	TARH	42993
1694	Prospeção Geológico-Geotécnica - Edifício ETV na Rua Raúl Mesnier Du Ponsard	Tecnasol-FGE	42339
1720	Estudo Geológico e Geotécnico - Edificação de Moradia na Avenida Ventura Terra, 18	Geoprolífero	42480

<b>Ref.<sup>a</sup> Relatório GeoSIG</b>	<b>Título</b>	<b>Empresa</b>	<b>Data Relatório</b>
1725	Reconhecimento Geotécnico: Linha Sete Rios - Benfica	Teixeira Duarte	28670
1734	Reconhecimento Geotécnico - Prolongamento Campo Grande-Odivelas (Campo Grande / Lumiar / Poço de Ataque)	Teixeira Duarte	35985
1738	Reconhecimento Geotécnico Complementar - Prolongamento Campo Grande-Odivelas (Campo Grande / Lumiar / Poço de Ataque)	Teixeira Duarte	36248
1752	Estudo Geológico-Geotécnico - Alameda das Linhas de Torres, 33	Geocontrole	42913
1762	Reconhecimento Geotécnico - Zona da Estação Telehiras	Teixeira Duarte	34889
1768	Estudo Geológico e Geotécnico - Rua António Alçada Batista, Lote 12	Synege	42872
1809	Estudo Geotécnico - Bloco de Expansão da Universidade Católica de Lisboa	Geocontrole	42460
1842	Estudo Geológico-Geotécnico - Edifício Campo Grande, 200 (inclui Estudo Hidrogeológico)	Geocontrole	42384
1880	Estudo Geológico-Geotécnico - Lote 9 da Rua José Afonso   Laranjeiras	Geocontrole	42963
1882	Prospecção Geológico-Geotécnica - Burguer King   Estádio Universitário de Lisboa	Geoplano	43012
1907	Reconhecimento Geológico-Geotécnico - Cobertura do Campo de Jogos da Escola Alemã	Geoma	42748
1919	Estudo Geológico-Geotécnico - Edifício na Estrada da Luz	Geocontrole	42515
1934	Estudo Geológico e Geotécnico - Rua Direita de Palma, Lote 1	Synege	43377
1940	Relatório Geológico-Geotécnico - Edifício de Habitação Coletiva - Impasse à Rua Sousa Loureiro   São Domingos de Benfica	ENGCEO	43333
1943	Sondagens de Caracterização Hidrogeológica nos Terrenos da Antiga Feira Popular em Lisboa	Betoteste	43605
1962	Estudo Geológico-Geotécnico e Estudo Hidrogeológico - Complexo Desportivo em Telheiras	Geocontrole	43108
1964	Estudo Geológico e Geotécnico - Campo Grande, n.º 70	Geotest	43187
1988	Reconhecimento Geológico-Geotécnico - LISPOLIS - Associação para o Pólo Tecnológico de Lisboa, Lote 11 (Relatório Preliminar)	Geocontrole	43402
2052	Relatório Geológico e Geotécnico - Rua José Travassos, Lote 14   Quinta de Alvalade	GeoSilva	43591
2059	Instalação de Piezómetros Hidráulicos - Terreno na Rua Maestro Frederico de Freitas	Geocontrole	43404
2076	Reconhecimento Geotécnico - Ampliação do Edifício da Associação Infante de Sagres	BEL	40049
2087	Prospecção Geológico-Geotécnica e Hidrogeologia - Edifício na Rua Pedro Bandeira Freire (Antiga Rua Particular)   Lumiar	Tecnasol-FGE	43830
2143	Estudo Geológico e Geotécnico - Construção do Centro de Saúde do Alto dos Moinhos   São Domingos de Benfica	Açorgeo	43031
2151	Reconhecimento Geológico-Geotécnico - Construção do Posto de Limpeza   Telheiras	Geoma	43707
2163	Reconhecimento Geológico-Geotécnico - PGG - Bloco 4E - Trabalhos Complementares   Entrecampos	Geoma	43943
2170	Reconhecimento Geológico - Terreno Destinado a Construção de um Imóvel   Campo Grande	Construções Técnicas	26931
2173	Sondagens Geológicas em Telheiras Sul	Teixeira Duarte	27504

**Quadro A.21.** Relatórios Geológico/Geotécnicos e Hidrogeológicos – AP6

<b>Ref.<sup>a</sup> Relatório GeoSIG</b>	<b>Título</b>	<b>Empresa</b>	<b>Data Relatório</b>
7	Reconhecimento Geológico e Geotécnico - Rua das Amoreiras / Rua Silva Carvalho, 244/246	Rodio	22/05/1991
8	Reconhecimento Geológico - Av. António Augusto de Aguiar, Edifício n.º 18	Tecnasol-FGE	17/07/1991
9	Reconhecimento Geotécnico - Av. António Augusto de Aguiar, n.º 114 e 116	Rodio	01/09/1990
12	Contenção Periférica - Avenida Barbosa du Bocage, 27	Sopecate	20/11/1992
18	Relatório Geotécnico - Remodelação do Antigo Colégio de Campolide (Campus de Campolide)	Sopecate	08/01/1982
42	Reconhecimento Geológico e Geotécnico - Parques de Estacionamento Subterrâneo: Avenida de Berna / Rua Marquês Sá Bandeira e Avenida Conde Valbom / Avenida João Crisóstomo	Rodio	17/02/1992
44	Reconhecimento Geotécnico - Terreno no Gaveto da Avenida Duque d'Ávila / Avenida Defensores de Chaves	Teixeira Duarte	09/05/1978
45	Prospecção Edifício - Avenida Duque d'Ávila	Geotest	15/07/1991
49	Prospecção Edifício - Avenida Duque d'Ávila, 185	Geotest	04/07/1991
50	Reconhecimento Geotécnico - Casal de Santa Luzia	Geocontrolo	17/01/1994
52	Reconhecimento Geológico e Geotécnico - Rua Ferreira Lapa, 48 - 50	Rodio	15/11/1993
56	Reconhecimento Geológico e Geotécnico - Rua Febo Moniz	Rodio	24/06/1990
59	Prospecção Edifício - Avenida Júlio Dinis	Geotest	23/09/1991
60	Prospecção Geotécnica - Hospital de D. Estefânia   Lar das Enfermeiras dos H.C.L.	Teixeira Duarte	01/04/1970
61	Reconhecimento Geotécnico - Avenida João Crisóstomo / Avenida Marquês de Tomar	Rodio	31/07/1987
62	Reconhecimento Geotécnico - Avenida João Crisóstomo, n.º 30	Rodio	13/09/1990
86	Relatório Geotécnico - Edifício do B.P.A. na Avenida da Liberdade	Sopecate	05/12/1978
87	Relatório Geotécnico - Prospecção Geotécnica dum Terreno na Rua Luciano Cordeiro, 9 a 11	Sopecate	03/06/1992
94	Reconhecimento Geotécnico - Consolidação de um Muro de Suporte e Estabilização das Fendas do Posto de Transformação   Hospital Miguel Bombarda	Teixeira Duarte	15/11/1984
97	Reconhecimento Geotécnico - Edifício a Construir na Rua Maria Andrade, 39 - 41	Teixeira Duarte	09/11/1993
121	Prospecção Geotécnica - Terreno na Av. da República, n.º 5 e 7	Geotest	17/04/1991
122	Reconhecimento Geotécnico - Laboratório de Espectrometria de Massas, I.S.T.	Teixeira Duarte	01/05/1969
123	Reconhecimento Geotécnico - Edifício Saldanha	Tecnasol-FGE	25/06/1992
129	Prospecção Geotécnica - Rua Sousa Martins, 21	Sopecate	10/07/1987
138	Reconhecimento Geológico e Geotécnico - Rua Jacinta Marto, n.º 5	Rodio	07/08/1992
139	Reconhecimento Geotécnico - Av. Barbosa du Bocage, 113-115	Geocontrolo	01/01/1995
146	Reconhecimento Geotécnico - Edifício Av. da República, n.º 87	Geocontrolo	01/07/1998
159	Estudo Geológico e Geotécnico - Parque Subterrâneo de Estacionamento de Campolide	Soconstroi	01/10/1993
164	Reconhecimento Geotécnico Complementar - Alto do Parque Eduardo VII	Construções Técnicas	01/05/1994
165	Prospecção Geotécnica - Estudo das Fundações do Clube de Ténis   Parque Eduardo VII	Construções Técnicas	01/11/1987



<b>Ref.<sup>a</sup> Relatório GeoSIG</b>	<b>Título</b>	<b>Empresa</b>	<b>Data Relatório</b>
168	Estudo Geológico e Geotécnico - Parque de Estacionamento de Automóveis na Av. de Roma	Soconstro	15/10/1993
181	Reconhecimento Geotécnico - Edifício da Bela Vista	Geocontrole	15/07/2005
182	Estudo Geológico e Geotécnico - Parque de Estacionamento da Praça de Londres	Geosoc	16/06/1995
185	Estudo Geológico-Geotécnico - Instalações da Nova Sede da Lusotecna	Geocontrole	17/04/1986
190	Reconhecimento Geológico e Geotécnico - Edifício de Habitação na Av. Marquês de Tomar, 85-89	Rodio	14/02/1996
191	Reconhecimento Geológico e Geotécnico - Edifício de Habitação na Rua Almirante Barroso, 17-23	Rodio	14/02/1996
192	Reconhecimento Geológico e Geotécnico - Edifício de Habitação na Rua Luis Bivar, 30	Rodio	14/02/1996
193	Reconhecimento Geológico e Geotécnico - Edifício de Habitação na Av. Barbosa du Bocage, 101-107	Rodio	14/02/1996
195	Estudo Geológico-Geotécnico - Ampliação do Edifício Sede   Ordem dos Engenheiros	Sopecate	23/06/1995
196	Relatório Geotécnico - Empreendimento Nova Campolide   Edifício de Escritórios (Lote 1)	Engil	01/09/1996
196	Prospecção Geotécnica Complementar - Empreendimento Nova Campolide, Lote 1	Engil	31/03/1997
202	Reconhecimento Geotécnico - Parque de Estacionamento no Parque Eduardo VII	Teixeira Duarte	26/07/1993
211	Prospecção Geotécnica - Mercado de Picoas	Sopecate	03/05/1996
217	Estudo Geológico-Geotécnico - Edifício na Rua de Arroios	Cêgê	01/12/1996
229	Prospecção Geológico-Geotécnica - Av. de Berna	Tecnasol-FGE	01/09/1997
234	Reconhecimento Geotécnico - Terreno de Fundações de Edifício na Rua Dr. Almeida Amaral	Engil	18/05/1998
244	Prospecção Geotécnica - Terreno no Largo S. Sebastião da Pedreira,45	Sopecate	22/11/1996
245	Relatório de Geologia de Engenharia - Terreno da Garagem Militar   Rua Tomás Ribeiro / Rua Viriato	Geop	01/03/1998
250	Reconhecimento Geológico e Geotécnico - Av. António Augusto de Aguiar, n.º 134	Rodio	07/05/1998
254	Projeto de Escavação - Rua Visconde de Santarém, 67	Opca	22/12/1997
256	Estudo Geotécnico - Edifício na Rua Rodrigues Sampaio, 94	Geocontrole	21/12/1998
258	Prospecção Geotécnica - Edifício na Rua Martens Ferrão, n.º 9	Engil	23/02/1999
261	Reconhecimento Geotécnico do Terreno - Parque de Estacionamento Subterrâneo   Rua Fialho de Almeida	Engil	01/02/1999
265	Campanha de Prospecção e Projeto de Escavação - Av. Duque de Loulé / Rua Gonçalves Crespo, n.º 64	Geotest	27/01/1999
268	Reconhecimento Geotécnico - Condomínio Habitacional entre a Av. Duque d'Ávila, 46 / Av. João Crisóstomo, 23	Geosoc	04/08/1999
271	Reconhecimento Geológico - Terreno de Fundação - Edifício C.P.E.	Tecnasol-FGE	25/02/1974
274	Reconhecimento Geotécnico - Edifícios na Rua Marquês Sá da Bandeira	Geocontrole	01/07/1999
276	Reconhecimento Geotécnico do Terreno - Edifício na Av. Columbano Bordalo Pinheiro	Engil	22/09/1999
278	Estudo Geológico-Geotécnico - Edifício na Avenida António Augusto de Aguiar	Cêgê	04/03/1997
279	Reconhecimento Geológico e Geotécnico - Av. Casal Ribeiro / Av. Defensores de Chaves	Rodio	29/11/1999
280	Reconhecimento Geotécnico - Edifício de Habitação na Av. António Augusto de Aguiar, 144/146	Geosoc	01/11/1999

<b>Ref.<sup>a</sup> Relatório GeoSIG</b>	<b>Título</b>	<b>Empresa</b>	<b>Data Relatório</b>
284	Relatório Geotécnico - Edifício Generali   Avenida Duque D'Ávila, 116	Sopecate	23/02/2000
290	Reconhecimento Geotécnico - Palácio Sotto Mayor   Av. Fontes Pereira de Mello	Geocontrole	16/04/1999
298	Reconhecimento Geotécnico - Palacete no Campo Santana   Campo Mártires da Pátria, n.º 91	Geocontrole	13/03/1991
311	Relatório Geotécnico - Edifício na Rua de S. Sebastião da Pedreira, n.º 250	Sopecate	17/11/2000
312	Reconhecimento Geotécnico - Parque Subterrâneo no Campo Pequeno	Sopecate	01/06/1999
319	Reconhecimento Geológico e Geotécnico - Office Center   Rua do Regueirão dos Anjos, n.º 79	Rodio	20/02/2001
325	Reconhecimento Geotécnico - Rua Álvaro de Castro	Teixeira Duarte	02/07/1997
337	Projeto de Escavações - Caves de Hotel Apartamento   Rua Filipe Folque, 20	Gepla	01/06/1999
340	Reconhecimento Geotécnico - Av. Barbosa du Bocage, 83/85	Sopecate	20/06/1991
340	Estudo Geotécnico - Edifício na Av. da República, 75	Sopecate	03/05/2002
340	Estudo Geológico e Geotécnico - Edifício na Avenida da República, 63	Sopecate	30/01/2014
345	Estudo Geológico-Geotécnico - SAMS   Estacionamento na Rua Fialho de Almeida	Tecnasol-FGE	01/03/2001
349	Reconhecimento Geotécnico - Av. 5 de Outubro, 203 / Rua Ivone Silva	Teixeira Duarte	28/11/2000
353	Relatório Geotécnico - Edifício na Avenida de Berna, 38	Sopecate	09/01/2003
354	Reconhecimento Geológico e Geotécnico - Av. Santos Dumont / Rua de D. Luis de Noronha	Rodio	01/12/2000
360	Reconhecimento Geológico e Geotécnico - Avenida António Augusto de Aguiar, n.º 14 a 18	Rodio	27/10/1999
369	Reconhecimento Geotécnico - Av. Duque de Loulé, 81-83	Teixeira Duarte	27/10/2010
384	Projeto Base: Escavação e Muros de Contenção de Terras - Edifício República   Passagem Inferior na Av. da República	Sopecate	01/12/2000
387	Prospeção Geotécnica - Edifício na Avenida da República, n.º 77 (Alterações)	Geosoc	01/04/2004
408	Reconhecimento Geológico e Geotécnico - Saldanha	Rodio	01/10/2003
435	Reconhecimento Geotécnico - Terreno Destinado à Construção do Edifício UAP   Rua Camilo Castelo Branco	Construções Técnicas	17/10/1986
436	Estudo Geológico-Geotécnico - Edifício de Habitação na Rua do Conde Redondo, n.º 4	Tecnasol-FGE	01/09/2003
439	Estudo Geotécnico - Complexo Habitacional na Rua de Artilharia Um	Geocontrole	01/02/2000
439	Estudo Geológico e Geotécnico e Hidrogeológico - Quinta do Mineiro, Lote 2   Amoreiras	Geocontrole	26/09/2017
443	Estudo Geotécnico - Gaveto da Av. Defensores de Chaves / Av. Visconde Valmor	Geocontrole	01/08/2003
452	Prospeção Geológico-Geotécnica - Edifício na Av. Luís Bivar / Rua Pinheiro Chagas	Fundasol	14/10/2002
457	Prospeção Geológico-Geotécnica - Sondagens e Ensaios Pressiométricos na Av. Duque de Loulé e Rua de Santa Marta	Tecnasol-FGE	01/03/2004
459	Prospeção Geotécnica - Edifício a Construir em Lisboa na Avenida Defensores de Chaves, n.º 24	Geosoc	01/06/2004
460	Relatório Geológico-Geotécnico - Campanha Geotécnica no Hotel Ritz   Rua Castilho, 77-77E	Geosolve	01/09/2002
463	Estudo Geotécnico - Edifício na Rua do Viriato, n.º 2 / Rua Martens Ferrão, n.º 34	Geocontrole	25/05/2004
480	Reconhecimento Geológico e Geotécnico - Edifício na Av. Visconde de Valmor, n.º 52	Rodio	26/07/2004

<b>Ref.<sup>a</sup> Relatório GeoSIG</b>	<b>Título</b>	<b>Empresa</b>	<b>Data Relatório</b>
487	Prospecção Geológica-Geotécnica Complementar - Av. Duque de Loulé / Rua Luciano Cordeiro	Fundasol	30/06/2009
490	Relatório Geotécnico - Edifício na Rua António Cândido, 8	Sopecate	26/01/2005
492	Reconhecimento Geotécnico - Avenida João Crisóstomo / Rua Marquês Sá da Bandeira   S. Sebastião	Geo-Rumo	30/05/2004
496	Reconhecimento Geológico-Geotécnico - Edifício na Rua Padre António Vieira, n.º 26	Fundasol	01/03/2005
499	Estudo Geotécnico - Fundação Infantil Ronald McDonald	Geocontrole	01/01/2005
500	Estudo Geológico e Geotécnico - Avenida Duque d'Ávila, n.º 112	Geotest	21/06/2005
502	Reconhecimento Geológico e Geotécnico - Rua Viriato, n.º 1	Rodio	23/11/2004
505	Prospecção Geológica-Geotécnica - Hotel D. Inês   Av <sup>a</sup> 5 de Outubro	Fundasol	01/04/2003
507	Relatório Geotécnico - Edifício na Rua Castilho, 64	Sopecate	28/06/2005
508	Relatório Geotécnico - Edifício na Av. Miguel Bombarda, 52	Sopecate	16/08/1999
531	Estudo Geotécnico - Reconhecimento Geotécnico das Piscinas Municipais de Lisboa   Rego	Geocontrole	25/06/2008
544	Estudo Geotécnico - Av. da Liberdade, 238 / Rua Rodrigues Sampaio, 91	Geotest	01/05/2006
574	Reconhecimento Geológico-Geotécnico - Escola Secundária D. Filipa de Lencastre	Geocontrole	04/03/2008
576	Reconhecimento Geológico-Geotécnico - Escola Secundária D. Pedro V	Geocontrole	24/03/2008
578	Estudo Geotécnico - Avenida da Liberdade, 247   Edifício Libercrato	Geocontrole	24/03/2009
585	Reconhecimento Geológico-Geotécnico - Empreendimento Hotel Sana Evolution   Gaveto da Av. Casal Ribeiro com Praça Duque de Saldanha	Geocontrole	03/04/2009
628	Reconhecimento Geotécnico - Túnel do Marquês de Pombal	Geocontrole	01/06/2004
646	Reconhecimento Geotécnico - Zona da Estação Alameda II	Geocontrole	01/11/1994
691	Prospecção Geológico-Geotécnica - Prolongamento da Linha Vermelha (Estação de S. Sebastião e a futura Estação de Campolide)	Tecnasol-FGE	01/12/2003
715	Reconhecimento Geológico e Geotécnico - Prolongamento da estação de Arroios	Geocontrole	01/08/2010
723	Prospecção de Terreno - Av. da República / Av. Miguel Bombarda	Rodio	09/03/1981
742	Estudo Geotécnico - Rua Pinheiro Chagas	Geocontrole	01/08/2009
748	Reconhecimento Geotécnico - Edifício SIPIAN	Gaprobra	01/07/1993
784	Estudo Geológico Geotécnico - Hotel Altis Marquês	Geocontrole	01/09/2009
842	Prospecção Geológica e Geotécnica - Ala Sul Poente Edf.Faculd.Econom, UNL	Geocontrole	30/12/1995
861	Reconhecimento Geotécnico - Palácio Ulrich, Rua Silva Carvalho	Geocontrole	01/01/2009
870	Estudo Geotécnico - Av. 5 de Outubro, 108 - 110	Geocontrole	01/09/2010
871	Estudo Geotécnico - Gaveto da Av. Casal Ribeiro / Av. Defensores de Chaves	Geocontrole	01/08/2010
873	Estudo Geológico Geotécnico - Rua Dom Francisco Manuel de Melo   Parque Eduardo VII	Geocontrole	01/12/2009
875	Estudo Geotécnico - Av. Fontes Pereira de Melo, 18-26	Geocontrole	01/09/2010
878	Estudo Geológico e Geotécnico - Av. Casal Ribeiro, 50	Geocontrole	06/11/2008
879	Reconhecimento Geológico - Hotel na Rua de Santa Marta	Geocontrole	02/01/2007
891	Estudo Geotécnico - Av. Elias Garcia, 144	Geocontrole	01/10/2008
894	Estudo Geológico e Geotécnico - Ampliação do Sana Lisboa Hotel	Geocontrole	01/11/2008
895	Reconhecimento Geológico Geotécnico - Rua Padre António Vieira, 6	Geocontrole	01/06/2007
898	Reconhecimento Geotécnico - Prolongamento da Avenida da Liberdade	Geocontrole	24/02/1969
898	Estudo Geotécnico - Pavilhão Carlos Lopes	Geocontrole	01/09/2006

<b>Ref.<sup>a</sup> Relatório GeoSIG</b>	<b>Título</b>	<b>Empresa</b>	<b>Data Relatório</b>
906	Reconhecimento Geotécnico - Av. Miguel Bombarda / Av. Marquês de Tomar	Geocontrole	01/03/2006
907	Estudo Geotécnico - Rua Tomás Ribeiro, 109	Geocontrole	01/05/2009
912	Estudo Geotécnico - Rua Pascoal de Melo, 133	Geocontrole	23/01/2007
916	Estudo Geotécnico - Escola Básica, 13   Campolide	Geocontrole	01/09/2010
917	Reconhecimento Geológico e Geotécnico - Rua Actor Tasso, 7	Geocontrole	01/06/2001
917	Estudo Geológico-Geotécnico - Rua Actor Tasso, 3-11	Geocontrole	15/03/2016
926	Estudo Geotécnico - Rua Castilho, 73	Geocontrole	01/09/2010
928	Estudo Geotécnico - Avenida Almirante Reis   Quarteirão da Portugália	Geocontrole	31/05/2002
933	Estudo Geotécnico - Rua do Viriato, 9	Geocontrole	01/05/2006
943	Estudo Geotécnico - Av. Duque de Loulé, 33	Geocontrole	01/04/2007
949	Estudo Geotécnico - Av. dos Combatentes, Lotes 69/99 e 70/99   Jardins de S. Lourenço	Geocontrole	01/01/2006
957	Estudo Geológico-Geotécnico - Novas Instalações dos Departamentos Centrais da Caixa   Campo Pequeno	Geocontrole	01/09/1985
958	Estudo Geológico-Geotécnico - Av. Columbano Bordalo Pinheiro	Geocontrole	01/11/1986
971	Relatório Geotécnico - Quinta do Mineiro	Sopecate	08/11/2004
972	Relatório Geotécnico - Avenida de Berna, 39	Sopecate	16/12/2005
974	Relatório Geotécnico - Av. da República / Av. João Crisóstomo	Sopecate	08/05/1972
977	Relatório Geotécnico - Av. Luís Bivar, 77	Sopecate	14/10/2005
981	Reconhecimento Geológico e Geotécnico - Rua Duque de Palmela / Rua Braamcamp	Rodio	06/12/2005
982	Estudo Geológico e Geotécnico Preliminar - Av. Defensores de Chaves, 97	Geotest	01/10/2005
983	Reconhecimento Geológico-Geotécnico - Jardim das Amoreiras	Rodio	09/12/2005
984	Reconhecimento Geológico e Geotécnico - Av. Marquês de Tomar, 23-27	Rodio	31/01/2006
986	Reconhecimento Geológico e Geotécnico - Av. Miguel Bombarda, 163-165	Rodio	01/01/2005
994	Estudo Geológico e Geotécnico - SANA Amoreiras Park Hotel	Tecnasol-FGE	01/06/2006
997	Relatório Geotécnico - Av. Júlio Dinis, 13-15	Sopecate	16/05/1973
998	Relatório Geotécnico - Av. 5 de Outubro	Sopecate	31/05/1972
999	Relatório Geotécnico - Rua Rodrigo da Fonseca, 186	Sopecate	13/04/2005
1000	Relatório Geotécnico - Rua Alves Redol   Estacionamento	Sopecate	18/07/2006
1007	Relatório Geotécnico - Av. Santos Dumont, 64	Sopecate	20/12/2006
1024	Relatório Geológico-Geotécnico - Escola Básica EB N°154 & D. Filipa de Lencastre	Geosolve	15/06/2015
1030	Estudo Geológico-geotécnico - Av. Duque D'Ávila, N°81	Geotest	06/10/2008
1041	Estudo Geológico-geotécnico - Av. Duque D'Ávila, N.°207	Geotest	29/06/2007
1052	Relatório Geológico e Geotécnico - Av. Casal Ribeiro / R. Almirante Barroso	Fundasol	03/04/2009
1058	Estudo Geológico e Geotécnico - Av. Miguel Bombarda, 3	Fundasol	09/05/2007
1059	Estudo Geológico e Geotécnico - Rua Passos Manuel, 28	Fundasol	12/07/2007
1062	Relatório Geológico e Geotécnico - Avenida António Augusto de Aguiar, 84	Geotest	10/08/2015
1067	Relatório Geológico e Geotécnico - Rua D. Luís de Noronha, 28	Ancorpor	18/06/2007
1069	Reconhecimento Geológico - Av. Visconde Valmor, 21	AmbiGeo	01/11/2007

<b>Ref.<sup>a</sup> Relatório GeoSIG</b>	<b>Título</b>	<b>Empresa</b>	<b>Data Relatório</b>
1073	Reconhecimento Geológico-Geotécnico - Rua Luciano Cordeiro	Rodio	31/07/1998
1075	Relatório Geotécnico - Estacionamento Praça José Fontana	Sopecate	20/07/2006
1089	Reconhecimento Geotécnico - Avenida da Liberdade, 250-254	Belbetões	08/02/2000
1093	Reconhecimento Geotécnico - Rua Castilho, 52	Tecnasol-FGE	01/07/1989
1094	Relatório da Sondagem - Rua de Artilharia Um, 69	Tecnasol-FGE	01/08/1971
1097	Reconhecimento Geológico-geotécnico - Avenida da República, 91	Rodio	01/03/2010
1103	Prospecção Geotécnica - Avenida António Augusto de Aguiar, 22	Mota Engil	14/04/2010
1106	Prospecção Geológica e Geotécnica - Avenida Duque d'Ávila, 82	Fundasol	31/01/2010
1107	Relatório Geológico e Geotécnico - Rua António Enes, 1	Indubel	07/01/2010
1110	Prospecção Geológica e Geotécnica - Av. Duque de Loulé, 2-10 / Praça José Fontana, 1-3	Fundasol	01/05/2009
1117	Relatório Geotécnico - Avenida da República, 25	DeltaTau	05/07/2007
1119	Prospecção Geológico-Geotécnica - Edifício ACIME Anjos   Rua Álvaro Coutinho, 14-16	Tecnasol-FGE	01/04/2007
1122	Prospecção Geológica e Geotécnica - Avenida Miguel Bombarda, 130	Geotest	01/05/1991
1128	Relatório Geotécnico - Terrenos na Zona A - Rego   Rua Sousa Lopes, 61-61D	Sopecate	03/09/1997
1129	Reconhecimento Geotécnico - Avenida Conselheiro Fernando de Sousa, 1	Geocontrole	01/08/1989
1140	Relatório Geológico-Geotécnico - Sana Capitol Hotel   Rua Eça de Queiroz, 24	Tecnasol-FGE	01/08/2006
1147	Relatório Geológico-geotécnico - Troço 15B da Pista Ciclável   Campolide	Tecnasol-FGE	30/06/2009
1148	Relatório Geotécnico - Pousada da Juventude de Lisboa   Rua Andrade Corvo, 44-48	Tecnasol-FGE	01/07/1991
1150	Reconhecimento Geológico e Geotécnico - Avenida Luís Bivar, 21	Rodio	04/08/2010
1152	Reconhecimento Geotécnico - Rua Joaquim António de Aguiar	Tecnasol-FGE	01/12/1991
1153	Relatório da Prospecção Geológica e Geotécnica - Praça Espanha, Arco das Portas de São Bento	Tecnasol-FGE	01/04/1997
1161	Estudo Geológico-Geotécnico - Edifício no Gaveto da Avenida Casal Ribeiro com a Rua Actor Taborda	Geocontrole	17/11/2010
1164	Relatório Geotécnico - Avenida Almirante Reis, n.º 67A a 67J, e Rua Febo Moniz, n.º 1 a 11	Geotest	29/11/2010
1167	Estudo Geológico e Geotécnico - Rua de Pascoal de Melo, 70	Geotest	12/01/2011
1168	Estudo Geológico e Geotécnico - Avenida Miguel Bombarda, 12-14	Geotest	28/10/2010
1174	Relatório Geotécnico - Avenida Visconde de Valmor, 56	Soper	01/10/2004
1192	Estudo Geotécnico - Campo dos Mártires da Pátria, 66-68	Geocontrole	01/05/2011
1201	Estudo Geológico/Geotécnico - Rua Andrade Corvo, 16-22   Rua Sousa Martins, 18-20	Geocontrole	19/09/2011
1214	Estudo Geológico e Geotécnico - Rua Luciano Cordeiro, 13 / Rua Nogueira e Sousa, 1-7	Geocontrole	31/01/2012
1216	Estudo Geológico-Geotécnico - Avenida dos Defensores de Chaves, 95	Geocontrole	03/02/2012
1235	Relatório Geológico-geotécnico - Edifício na Av. João Crisóstomo, N.º40	Geosolve	01/04/2011
1239	Estudo Geológico e Geotécnico - Hotel Félix Music   Rua Joaquim António de Aguiar, 5	Tecnasol-FGE	01/03/2011
1263	Estudo Geológico-geotécnico - Edifício na Rua Gomes Freire, 140-142	Geocontrole	01/02/2013
1265	Prospecção Geológica e Geotécnica Complementar - Hotel Fénix Music	Tecnasol-FGE	01/04/2013
1272	Estudo Geológico-Geotécnico - Edifício na Av. António Augusto de Aguiar, N.º138-140	Geocontrole	23/05/2013

<b>Ref.<sup>a</sup> Relatório GeoSIG</b>	<b>Título</b>	<b>Empresa</b>	<b>Data Relatório</b>
1282	Relatório Geotécnico - Avenida Miguel Bombarda, 52	GeoSilva	30/06/2014
1289	Prospecção Geotécnica - Hotel Castromira   Avenida Almirante Reis, 35	Mota Engil	24/11/2014
1296	Estudo Geológico-Geotécnico - Ampliação Centro Santander Totta   Rua da Mesquita, 6	JetSJ - Geotecnia	01/11/2012
1297	Estudo Geológico-Geotécnico - Centro Empresarial da Praça de Espanha   Rua da Mesquita, 6	Tecnasol-FGE	01/04/2001
1304	Reconhecimento Geotécnico - Rua Bernardo Lima, 32-40	Rodio	01/05/1985
1311	Reconhecimento Geotécnico - Avenida Fontes Pereira de Melo, 8	Rodio	01/08/1989
1315	Estudo Geológico e Geotécnico - Casal de Santa Luzia	Geotest	24/01/2005
1320	Estudo Geológico-Geotécnico - Rua da Sociedade Farmacêutica, 18	Geocontrole	10/08/2015
1324	Estudo Geológico-Geotécnico - Arco do Cego e Edifício E-Learning   Avenida João Crisóstomo, 7	Geocontrole	23/07/2015
1326	Estudo Geológico-Geotécnico - Edifício Torre da Cidade   Avenida Fontes Pereira de Melo, 41	Geocontrole	21/07/2014
1337	Estudo Geológico-geotécnico e Hidrogeológico - Hotel Duque de Loulé, 122 a 126	Geocontrole	23/03/2015
1341	Relatório Geológico-Geotécnico - Campus de Campolide	Geotest	07/11/2011
1372	Reconhecimento Geológico-Geotécnico - Edifício na Rua Tomás Ribeiro, 79 - 87	Geocontrole	10/10/2018
1411	Ensaios Pressiométricos - Zona da Estação da Alameda   Alameda Dom Afonso Henriques	LNEC	01/09/1996
1422	Prospecção Geológica e Geotécnica - Rua Tomás Ribeiro, 89-91	Tecnasol-FGE	01/01/1999
1426	Reconhecimento Geológico-Geotécnico - Edifício de Refeitório e Auditório da Escola Secundária de Camões   Rua Almirante Barroso	Soper	21/06/1999
1431	Relatório Geotécnico - Lago no Alto do Parque Eduardo VII	Belbetões	05/08/1997
1434	Relatório do Reconhecimento Geotécnico - Passagens Inferiores na zona do Marquês de Pombal	Tecnasol-FGE	01/12/1991
1472	Estudo Geotécnico - Estrada das Laranjeiras, 122   Escola Secundária D. Pedro V	Sopecate	20/06/1966
1476	Relatório Geológico - Viaduto na Av. Gulbenkian, no prolongamento da R. Ramalho Ortigão	Sopecate	05/11/1970
1488	Relatório Geotécnico - Rua Castilho, 41-51	Sopecate	22/06/1972
1490	Relatório Geotécnico - 3 Viadutos a implantar no prolongamento das Av. 28 de Maio e António Augusto de Aguiar	Sopecate	14/10/1971
1495	Relatório Geotécnico - Amoreiras Shopping Center	Sopecate	12/01/1975
1499	Relatório Geotécnico - Hospital de Santo António dos Capuchos	Sopecate	01/12/1975
1516	Relatório Geotécnico - RUA DONA ESTEFÂNIA, 102-104	Sopecate	07/06/1977
1519	Relatório Geotécnico - COLECTOS DE REFORÇO DA AVENIDA DE BERNA	Sopecate	01/03/1983
1523	Prospecção Geotécnica - EMBAIXADA DOS ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA	Sopecate	12/01/1987
1526	Relatório Geotécnico - FCSH, Av. de Berna	Sopecate	16/02/1983
1529	Relatório Geotécnico - Edifício na Av. Defensores de Chaves, 93	Sopecate	19/03/1985
1535	Relatório Geotécnico - Hospital de D. Estefânia	Sopecate	08/05/1987
1547	Relatório Geotécnico - Terreno na Av. Praia da Vitória, 11 e 11A	Sopecate	26/10/1986
1560	Relatório Geotécnico - Terreno na Av. José Malhoa	Sopecate	24/08/1992
1581	Relatório Geotécnico - RUA NICOLAU BETTENCOURT, 7 - 17	Sopecate	28/04/1983
1589	Reconhecimento Geotécnico - Unidade Residencial para a 3ª idade e Centro de Cuidados Continuados	Sopecate	31/08/2014

<b>Ref.<sup>a</sup> Relatório GeoSIG</b>	<b>Título</b>	<b>Empresa</b>	<b>Data Relatório</b>
1591	Reconhecimento Geológico e Geotécnico - Avenida dos Defensores de Chaves, 83-85	Sondagens do Oeste, S.A.	23/10/2015
1643	Relatório Geotécnico - Implantação de Edifício de Habitação Familiar   Rua Almirante Reis 43	Sondagens do Oeste, S.A.	22/12/2014
1652	Prospecção Geotécnica - Rua Duque de Palmela, 21	Sondagens do Oeste, S.A.	26/11/2015
1666	Estudo Geológico-Geotécnico - Residência de Estudantes   R. Sousa Lopes	Geocontrolo	26/10/2017
1680	Relatório de Prospecção Geológica-Geotécnica - Hotel do Sul   Rua Maria Andrade	Tgeotecnia	15/12/2015
1685	Estudo Geológico-Geotécnico - Luxury Senior Residence   R. Maria Andrade, 62	Tgeotecnia	02/01/2016
1707	Estudo Geológico-Geotécnico - Edifício na Avenida Miguel Bombarda, 157 - 159	Geocontrolo	31/07/2016
1708	Relatório Geotécnico - Requalificação de Edifício na Av. de Berna, 3-5	Sondagens do Oeste, S.A.	15/01/2016
1713	Estudo Geológico e Geotécnico - Rua Tomás Ribeiro, 46	Geotest	23/05/2016
1717	Estudo Geológico-Geotécnico - Edifício na Avenida Luís Bivar, 77	Geocontrolo	28/02/2015
1740	Estudo Geológico-Geotécnico e Hidrogeológico - Rua Sousa Pinto, Lote 4 (Nova Amoreiras)	Tecnasol-FGE	01/05/2018
1756	Estudo Geológico-Geotécnico e Hidrogeológico - Rua Castilho, 36-38	Geocontrolo	26/07/2017
1758	Reconhecimento Geotécnico - Linha Vermelha: Alameda II / S. Sebastião II	Teixeira Duarte	26/06/2001
1763	Estudo Geológico-Geotécnico - Rua de Santa Marta, 61-65B	Geocontrolo	07/03/2016
1782	Prospecção Geológica-Geotécnica - Avenida Duque de Loulé, 86-94 / Rua Luciano Cordeiro, 119	Fundasol	31/10/2007
1790	Estudo Geotécnico - Avenida Praia da Vitória, 16	Geocontrolo	30/06/2007
1792	Estudo Geotécnico e Hidrogeológico - Rua Rodrigues Sampaio, 83-89	Betoteste	14/05/2012
1793	Estudo Geotécnico - Avenida da Liberdade, 240	Geocontrolo	31/05/2011
1794	Estudo Geotécnico - Av. Liberdade, 238 / Rua Rodrigues Sampaio, 91	Geocontrolo	30/06/1999
1797	Prospecção Geológica e Geotécnica Complementar - Av. Duque de Loulé, 81-83	Tecnasol-FGE	01/04/2013
1811	Estudo Geológico-Geotécnico - Empreendimento Nova Amoreiras   Quinta do Mineiro, Lote 5	Geocontrolo	28/02/2017
1812	Estudo Geológico-Geotécnico - Hotel Defensores de Chaves	Geocontrolo	17/03/2017
1818	Estudo Geológico-Geotécnico - Edifício na Rua Andrade Corvo, n.º 16 a 22 e Rua Sousa Martins, n.º 18 a 20	Geocontrolo	13/03/2017
1822	Estudo Geológico-Geotécnico - Hotel na Avenida Duque d'Ávila, 203	Geocontrolo	06/12/2016
1832	Estudo Geológico e Geotécnico: Reabilitação de Empreendimento - Avenida João Crisóstomo	Synege	10/11/2016
1834	Estudo Geológico-Geotécnico e Hidrogeológico - Santa Marta Building   Edifício Comercial e Habitacional Rua de Santa Marta, 44-46	Geocontrolo	03/03/2017
1838	Estudo Geológico-Geotécnico - Edifício na Avenida João Crisóstomo, 40 e 42	Geocontrolo	16/06/2016
1846	Estudo Geológico-Geotécnico - Edifício na Avenida João Crisóstomo, 44	Geocontrolo	11/11/2016
1853	Estudo Geológico-Geotécnico - Edifício na Rua do Viriato, 16	Geocontrolo	01/03/2016
1866	Estudo Geológico-Geotécnico - Avenida dos Defensores de Chaves, n.º 60	Cêgê	28/02/2018
1869	Estudo Geológico-Geotécnico - Reabilitação de Edifício na Avenida 5 de Outubro, n.º 207 a 215	Geocontrolo	29/12/2017

<b>Ref.<sup>a</sup> Relatório GeoSIG</b>	<b>Título</b>	<b>Empresa</b>	<b>Data Relatório</b>
1876	Reconhecimento Geológico e Geotécnico e Estudo Hidrogeológico - Edifício Avenida Casal Ribeiro, 26	Teixeira Duarte	14/05/2018
1883	Estudo Geológico-Geotécnico - Edifício na Avenida Duque de Loulé, 70	Geocontrole	17/04/2016
1892	Prospecção Geotécnica - Palacete Henrique Mendonça	Mota Engil	27/10/2017
1893	Estudo Geológico e Geotécnico - Avenida Visconde de Valmor, n.º 71	Geotest	20/09/2017
1901	Estudo Geológico-Geotécnico e Estudo Hidrogeológico - Hotel Sana Palace   Avenida Fontes Pereira de Melo, 18 a 26	Geocontrole	13/01/2017
1913	Estudo Geológico-Geotécnico e Estudo Hidrogeológico - Rua de Santa Marta, n.º 56A- 56H e Rua do Conde de Redondo, n.º 147	Geocontrole	04/10/2018
1920	Estudo Geológico e Geotécnico - Avenida Conde de Valbom, n.º 21 a 25	Geotest	07/03/2018
1933	Reconhecimento Geológico-Geotécnico - Edifício Ponta Delgada	Geoma	26/06/2018
1937	Reconhecimento Geológico Geotécnico - Edifício na Rua Filipe Folque, n.º 22	Geocontrole	28/02/2014
1944	Relatório Geológico-Geotécnico - Edifício de Habitação e Comércio - Avenida João Crisóstomo, n.º 27-27A	Ground Geot.	17/09/2018
1950	Estudo Geológico-Geotécnico - Reabilitação dos Prédios sites na Rua Sousa Martins, n.º 22 a 28, e Praça José Fontana	Geocontrole	09/05/2018
1951	Estudo Geológico-Geotécnico - Edifício na Rua Filipe Folque, 28	Geocontrole	31/05/2018
1952	Campanha de Prospecção Geológica e Geotécnica: Compilação de Valores - Hotel Estrela dos Anjos	Tecnasol-FGE	30/03/2018
1954	Estudo Geológico e Geotécnico - Empreendimento Villas do Carmo   Sete Rios	Geotest	21/05/2018
1955	Estudo Geológico-Geotécnico Complementar - Edifício na Avenida João Crisóstomo, 40 e 42	STAP	31/08/2017
1960	Estudo Geológico e Geotécnico - Edifício na Rua Professor Sousa da Câmara / Rua Aviador Plácido de Abreu	Geoprolífero	24/05/2017
1979	Estudo Geológico-Geotécnico - Edifício no Gaveto da Avenida Casal Ribeiro com a Rua Actor Taborda	Geocontrole	04/09/2018
1982	Estudo Geológico-Geotécnico e Hidrogeológico - Edifício no Gaveto do Largo das Palmeiras com a Rua de Andaluz e com a Rua Luciano Cordeiro	Geocontrole	16/01/2019
1985	Estudo Geológico-Geotécnico - Edifício Habitacional Rua dos Anjos, n.º 24   Arroios	GeoAlgar	20/11/2018
1986	Estudo Geológico e Geotécnico - Edifício na Avenida da Liberdade, 245	Geocontrole	20/01/2016
1990	Reconhecimento Geológico-Geotécnico - Edifício Rua Fernão Lopes	Geoma	28/02/2018
2045	Memória Descritiva e Justificativa   Escavação e Contenção Periférica - Hotel dos Reis   Avenida Almirante Reis, 34-34E	Tgeotecnia	09/07/2019
2056	Prospecção Geológica Complementar - Relatório Ensaios SPT em Edifício na Avenida Almirante Reis	Ancorpor	14/05/2019
2077	Estudo Geológico-Geotécnico - Edifício na Praça Duque de Saldanha, 13-19	Geocontrole	31/05/2018
2093	Estudo Geológico-Geotécnico - EGG Reabilitação de Coletores   Rua Fernão Lopes e Rua Sousa Martins	Betoteste	28/11/2019
2099	Campanha de Prospecção Geológica-Geotécnica - Reabilitação do Quarteirão da Portugália	Teixeira Duarte	14/02/2019
2110	Reconhecimento Geológico-Geotécnico e Avaliação Exploratória de Risco de Contaminação de Solos - Edifício na Rua Bernardo Lima, n.º 58 / Rua Ferreira Lapa	Geocontrole	26/11/2018
2112	Estudo Geológico-Geotécnico - Edifício na Av. Casal Ribeiro, n.º 16	Geocontrole	31/05/2019
2117	Estudo Geológico-Geotécnico - Edifício na Rua Camilo Castelo Branco, n.º 25	Geocontrole	22/10/2019



<b>Ref.<sup>a</sup> Relatório GeoSIG</b>	<b>Título</b>	<b>Empresa</b>	<b>Data Relatório</b>
2125	Reconhecimento Geotécnico - Rua Filipe da Mata, 100	Mota Engil	15/07/2004
2127	Reconhecimento Geotécnico do Terreno - Sana Park Malhoa Hotel	Engil	21/02/2002
2128	Reconhecimento Geotécnico - Edifício a Construir na Avenida Columbano Bordalo Pinheiro, Lote A - Junto ao n.º 11	Teixeira Duarte	18/12/1989
2175	Reconhecimento Geológico - Rua Castilho / Rua Rodrigo da Fonseca   Grande Hotel de Lisboa - Hotel Ritz	Teixeira Duarte	12/03/1955



**Anexo VI – Frequências absolutas e acumuladas – Ensaio SPT – Aterros e Aluviões**

---



**Quadro A.22.** Frequências absolutas e acumuladas – Ensaio SPT – Aterros – AP1 e AP2

Intervalos	AP1			AP2		
	Frequência absoluta	Frequência Acumulada	Frequência. Acumulada (%)	Frequência absoluta	Frequência Acumulada	Frequência. Acumulada (%)
5	238	238	0,146	818	818	0,276
10	448	686	0,420	845	1663	0,562
15	299	985	0,603	471	2134	0,721
20	221	1206	0,738	264	2398	0,810
25	110	1316	0,805	164	2562	0,866
30	80	1396	0,854	83	2645	0,894
35	49	1445	0,884	52	2697	0,911
40	24	1469	0,899	32	2729	0,922
45	18	1487	0,910	22	2751	0,930
50	10	1497	<b>0,916</b>	18	2769	0,936
55	8	1505	0,921	14	2783	0,941
60	10	1515	0,927	19	2802	0,947
65	18	1533	0,938	1	2803	0,947
70	4	1537	0,941	10	2813	0,951
75	4	1541	0,943	5	2818	0,952
80	2	1543	0,944	0	2818	0,952
85	0	1543	0,944	2	2820	0,953
90	3	1546	0,946	0	2820	0,953
95	2	1548	0,947	4	2824	0,954
100	2	1550	0,949	3	2827	0,955
105	0	1550	0,949	0	2827	0,955
110	0	1550	0,949	0	2827	0,955
115	0	1550	0,949	0	2827	0,955
120	6	1556	0,952	12	2839	0,959
125	9	1565	0,958	0	2839	0,959
130	2	1567	0,959	9	2848	0,962
135	0	1567	0,959	0	2848	0,962
140	7	1574	0,963	6	2854	0,965
145	0	1574	0,963	0	2854	0,965
150	3	1577	0,965	7	2861	0,967
155	3	1580	0,967	0	2861	0,967
160	0	1580	0,967	0	2861	0,967
165	4	1584	0,969	4	2865	0,968
170	0	1584	0,969	0	2865	0,968
175	0	1584	0,969	0	2865	0,968
180	50	1634	1,000	94	2959	1,000

**Quadro A.18.** Frequências absolutas e acumuladas – Ensaio SPT – Aterros – AP3 e AP4

Intervalos	AP3			AP4		
	Frequência absoluta	Frequência Acumulada	Frequência. Acumulada (%)	Frequência absoluta	Frequência Acumulada	Frequência. Acumulada (%)
5	227	227	0,158	369	369	0,294
10	393	620	0,431	310	679	0,541
15	299	919	0,639	176	855	0,681
20	214	1133	0,787	115	970	0,772
25	106	1239	0,861	74	1044	0,831
30	63	1302	0,905	48	1092	0,869
35	32	1334	0,927	37	1129	0,899
40	26	1360	0,945	16	1145	0,912
45	18	1378	0,958	12	1157	0,921
50	5	1383	0,961	10	1167	0,929
55	1	1384	0,962	6	1173	0,934
60	6	1390	0,966	5	1178	0,938
65	2	1392	0,967	2	1180	0,939
70	3	1395	0,969	1	1181	0,940
75	3	1398	0,972	3	1184	0,943
80	0	1398	0,972	1	1185	0,943
85	3	1401	0,974	0	1185	0,943
90	0	1401	0,974	1	1186	0,944
95	3	1404	0,976	4	1190	0,947
100	1	1405	0,976	0	1190	0,947
105	0	1405	0,976	0	1190	0,947
110	0	1405	0,976	2	1192	0,949
115	0	1405	0,976	1	1193	0,950
120	5	1410	0,980	9	1202	0,957
125	0	1410	0,980	0	1202	0,957
130	4	1414	0,983	3	1205	0,959
135	0	1414	0,983	0	1205	0,959
140	5	1419	0,986	7	1212	0,965
145	0	1419	0,986	0	1212	0,965
150	3	1422	0,988	2	1214	0,967
155	0	1422	0,988	0	1214	0,967
160	0	1422	0,988	0	1214	0,967
165	1	1423	0,989	1	1215	0,967
170	0	1423	0,989	0	1215	0,967
175	0	1423	0,989	0	1215	0,967
180	16	1439	1,000	41	1256	1,000

**Quadro A.19.** Frequências absolutas e acumuladas – Ensaio SPT – Aterros – AP5 e AP6

Intervalos	AP5			AP6		
	Frequência absoluta	Frequência Acumulada	Frequência. Acumulada (%)	Frequência absoluta	Frequência Acumulada	Frequência. Acumulada (%)
5	353	353	0,190	358,000	358,000	0,224
10	583	936	0,503	423,000	781,000	0,488
15	346	1282	0,690	291,000	1072,000	0,670
20	227	1509	0,812	178,000	1250,000	0,781
25	107	1616	0,869	106,000	1356,000	0,847
30	83	1699	0,914	68,000	1424,000	0,889
35	46	1745	0,939	31,000	1455,000	0,909
40	33	1778	0,956	22,000	1477,000	0,923
45	25	1803	0,970	18,000	1495,000	0,934
50	10	1813	0,975	20,000	1515,000	0,946
55	6	1819	0,978	7,000	1522,000	0,951
60	9	1828	0,983	10,000	1532,000	0,957
65	3	1831	0,985	5,000	1537,000	0,960
70	0	1831	0,985	1,000	1538,000	0,961
75	0	1831	0,985	5,000	1543,000	0,964
80	0	1831	0,985	2,000	1545,000	0,965
85	1	1832	0,985	3,000	1548,000	0,967
90	0	1832	0,985	1,000	1549,000	0,968
95	0	1832	0,985	2,000	1551,000	0,969
100	1	1833	0,986	2,000	1553,000	0,970
105	0	1833	0,986	0,000	1553,000	0,970
110	0	1833	0,986	3,000	1556,000	0,972
115	0	1833	0,986	2,000	1558,000	0,973
120	7	1840	0,990	8,000	1566,000	0,978
125	0	1840	0,990	0,000	1566,000	0,978
130	0	1840	0,990	2,000	1568,000	0,979
135	0	1840	0,990	0,000	1568,000	0,979
140	3	1843	0,991	6,000	1574,000	0,983
145	0	1843	0,991	0,000	1574,000	0,983
150	1	1844	0,992	4,000	1578,000	0,986
155	0	1844	0,992	0,000	1578,000	0,986
160	0	1844	0,992	0,000	1578,000	0,986
165	3	1847	0,994	3,000	1581,000	0,988
170	0	1847	0,994	0,000	1581,000	0,988
175	0	1847	0,994	0,000	1581,000	0,988
180	12	1859	1,000	20,000	1601,000	1,000

**Quadro A.20.** Frequências absolutas e acumuladas – Ensaios SPT – Aluviões – AP1 e AP2

Intervalos	AP1			AP2		
	Frequência absoluta	Frequência Acumulada	Frequência. Acumulada (%)	Frequência absoluta	Frequência Acumulada	Frequência. Acumulada (%)
5	230	230	0,117	757	757	0,302
10	193	423	0,215	547	1304	0,520
15	176	599	0,305	398	1702	0,679
20	157	756	0,385	241	1943	0,775
25	164	920	0,468	201	2144	0,855
30	187	1107	0,563	102	2246	0,896
35	150	1257	0,640	77	2323	0,926
40	122	1379	0,702	53	2376	0,947
45	98	1477	0,752	35	2411	0,961
50	82	1559	<b>0,793</b>	17	2428	0,968
55	79	1638	0,834	17	2445	0,975
60	76	1714	0,872	10	2455	0,979
65	38	1752	0,892	10	2465	0,983
70	37	1789	0,910	3	2468	0,984
75	27	1816	0,924	4	2472	0,986
80	9	1825	0,929	2	2474	0,986
85	10	1835	0,934	3	2477	0,988
90	10	1845	0,939	2	2479	0,988
95	18	1863	0,948	6	2485	0,991
100	3	1866	0,950	1	2486	0,991
105	0	1866	0,950	0	2486	0,991
110	9	1875	0,954	0	2486	0,991
115	2	1877	0,955	1	2487	0,992
120	15	1892	0,963	6	2493	0,994
125	0	1892	0,963	0	2493	0,994
130	9	1901	0,967	3	2496	0,995
135	0	1901	0,967	0	2496	0,995
140	5	1906	0,970	0	2496	0,995
145	0	1906	0,970	0	2496	0,995
150	6	1912	0,973	2	2498	0,996
155	0	1912	0,973	0	2498	0,996
160	0	1912	0,973	0	2498	0,996
165	3	1915	0,975	2	2500	0,997
170	0	1915	0,975	0	2500	0,997
175	0	1915	0,975	0	2500	0,997
180	50	1965	1,000	8	2508	1,000



**Quadro A.21.** Frequências absolutas e acumuladas – Ensaios SPT – Aluviões – AP3 e AP4

Intervalos	AP3			AP4		
	Frequência absoluta	Frequência Acumulada	Frequência. Acumulada (%)	Frequência absoluta	Frequência Acumulada	Frequência. Acumulada (%)
5	13	13	0,151	461	461	0,562
10	28	41	0,477	143	604	0,737
15	22	63	0,733	88	692	0,844
20	8	71	0,826	43	735	0,896
25	6	77	0,895	24	759	0,926
30	5	82	0,953	14	773	0,943
35	2	84	0,977	9	782	0,954
40	1	85	0,988	1	783	0,955
45	0	85	0,988	2	785	0,957
50	0	85	0,988	3	788	0,961
55	0	85	0,988	0	788	0,961
60	0	85	0,988	3	791	0,965
65	0	85	0,988	1	792	0,966
70	0	85	0,988	0	792	0,966
75	0	85	0,988	0	792	0,966
80	0	85	0,988	1	793	0,967
85	0	85	0,988	0	793	0,967
90	0	85	0,988	1	794	0,968
95	1	86	1,000	2	796	0,971
100	0	86	1,000	0	796	0,971
105	0	86	1,000	1	797	0,972
110	0	86	1,000	0	797	0,972
115	0	86	1,000	0	797	0,972
120	0	86	1,000	2	799	0,974
125	0	86	1,000	0	799	0,974
130	0	86	1,000	6	805	0,982
135	0	86	1,000	0	805	0,982
140	0	86	1,000	2	807	0,984
145	0	86	1,000	0	807	0,984
150	0	86	1,000	2	809	0,987
155	0	86	1,000	0	809	0,987
160	0	86	1,000	0	809	0,987
165	0	86	1,000	0	809	0,987
170	0	86	1,000	0	809	0,987
175	0	86	1,000	0	809	0,987
180	0	86	1,000	11	820	1,000

**Quadro A.22.** Frequências absolutas e acumuladas – Ensaios SPT – Aluviões – AP5 e AP6

Intervalos	AP5			AP6		
	Frequência absoluta	Frequência Acumulada	Frequência. Acumulada (%)	Frequência absoluta	Frequência Acumulada	Frequência. Acumulada (%)
5	18	18	0,051	34	34	0,165
10	74	92	0,260	59	93	0,451
15	85	177	0,500	32	125	0,607
20	49	226	0,638	23	148	0,718
25	34	260	0,734	11	159	0,772
30	24	284	0,802	11	170	0,825
35	18	302	0,853	5	175	0,850
40	9	311	0,879	1	176	0,854
45	10	321	0,907	9	185	0,898
50	6	327	0,924	3	188	0,913
55	3	330	0,932	2	190	0,922
60	4	334	0,944	6	196	0,951
65	4	338	0,955	1	197	0,956
70	2	340	0,960	0	197	0,956
75	2	342	0,966	2	199	0,966
80	1	343	0,969	0	199	0,966
85	0	343	0,969	0	199	0,966
90	1	344	0,972	0	199	0,966
95	1	345	0,975	2	201	0,976
100	0	345	0,975	1	202	0,981
105	0	345	0,975	0	202	0,981
110	1	346	0,977	1	203	0,985
115	0	346	0,977	0	203	0,985
120	2	348	0,983	2	205	0,995
125	0	348	0,983	0	205	0,995
130	1	349	0,986	0	205	0,995
135	0	349	0,986	0	205	0,995
140	0	349	0,986	0	205	0,995
145	0	349	0,986	0	205	0,995
150	0	349	0,986	0	205	0,995
155	0	349	0,986	0	205	0,995
160	0	349	0,986	0	205	0,995
165	0	349	0,986	0	205	0,995
170	0	349	0,986	0	205	0,995
175	0	349	0,986	0	205	0,995
180	5	354	1,000	1	206	1,000

**Anexo VII – Património Geológico da Cidade de Lisboa**

---



### **1.1. Património Geológico da Cidade de Lisboa**

As formações que afloram na cidade de Lisboa são datadas do Sistema Cretácico ao Holocénico e exibem uma litostratigrafia diversa como resultado dos eventos tectónicos congéneres da formação da Bacia Lusitânica, a que se seguiu subsidência e em resultado a formação da Bacia do Baixo Tejo (Pais *et al.*, 2006).

A história geológica passível de ser observada na cidade retrata uma evolução paleoambiental desde ambientes marinhos recifais de pequena profundidade, passando por um episódio de vulcanismo basáltico subaéreo, ambientes continentais fluviais e lacustres até aos ambientes de transição que originaram a série miocénica de Lisboa. Nestes incluem-se ambientes marinhos costeiros de baixa profundidade, ambientes lagunares, fluviais e continentais (Terrinha *et al.*, 2010).

#### Cretácico Superior ( $\approx$ 100 - 97 Ma)

No Cretácico Superior, assistiu-se a um episódio transgressivo e em sequência ter-se-ão criado condições para a sedimentação de vasas em ambiente marinho, litoral, de águas quentes e pouco profundas, tipo recifal, conduzindo à formação de calcários margosos e margas de cor amarelada alternados com bancadas de calcários compactos de cor branca – Formação de Caneças e Formação de Bica (Figura A.29).

São inúmeros os vestígios de fósseis associados a estes sedimentos, entre eles bivalves, gastrópodes, crustáceos, equinodermes e alguns vertebrados, contudo, na parte superior destas unidades de calcários destaca-se a presença de Rudistas, lamelibrânquios coloniais atualmente extintos, construtores de bancos recifais (Galopim de Carvalho, 1998; Pais *et al.*, 2006).

Ao longo do período de sedimentação e consolidação destes sedimentos ter-se-ão formado entre os recifes pequenas lagunas. A sua comunicação com o mar seria temporária o que terá criado condições para a formação de bancadas de calcários folhetados, com restos de uma fauna empobrecida, onde se destacam abundantes leitões e nódulos de sílex (Almeida, 1994; Pinto *et al.*, 2010; 2011) (Figura A.30).



**Figura A.29.** Contacto entre a Formação de Caneças e de Bica, visível no Geomonumento da Av. Duarte Pacheco (Imagem de José Vicente – Projeto “Geomonumentos de Lisboa”)



**Figura A.30.** Nódulos de sílex, visíveis no Geomonumento da Av. Infante Santo (Imagem de José Vicente – Projeto “Geomonumentos de Lisboa”)

Com a emersão das rochas formadas ocorreu o acentuamento do aspeto apinhado, originado por heterogeneidades texturais (Pais *et al.*, 2006) e ocorreram também fenómenos de erosão diferencial, conduzindo a carsificação e originando ravinhas e grutas.

Estas foram aproveitadas pelos povos do Paleolítico como zonas de abrigo, tendo os mesmos usado o sílex presente como matéria-prima para o fabrico de armas, utensílios e pederneira (Galopim de Carvalho, 1989; 1998; 1999).

Foi este calcário, em algumas ocorrências conhecido por LIOZ, que assegurou, ao longo dos séculos, o essencial da alvenaria, da cantaria e da estatuária de Lisboa e são conhecidas antigas pedreiras na região do Monsanto, Ajuda e Vale de Alcântara (Pinto, 2005).

Também se podem observar nas fachadas de alguns edifícios e monumentos de Lisboa (Convento do Carmo, Mosteiro dos Jerónimos, Torre de Belém e Palácio da Ajuda), assim como no empedramento dos passeios da cidade (Almeida, 1994; Galopim de Carvalho, 1998). Na pedreira do Rio Seco, estes materiais foram também explorados para o fabrico de CAL.

Durante cerca de 20 Ma não ocorreu sedimentação e os fenómenos erosivos originaram uma inconformidade, como mencionado no subcapítulo Tectónica.

### Cretácico Superior ( $\approx 75 - 70$ Ma)

No final do Período Cretácico ocorreu uma fase de vulcanismo na região de Lisboa.

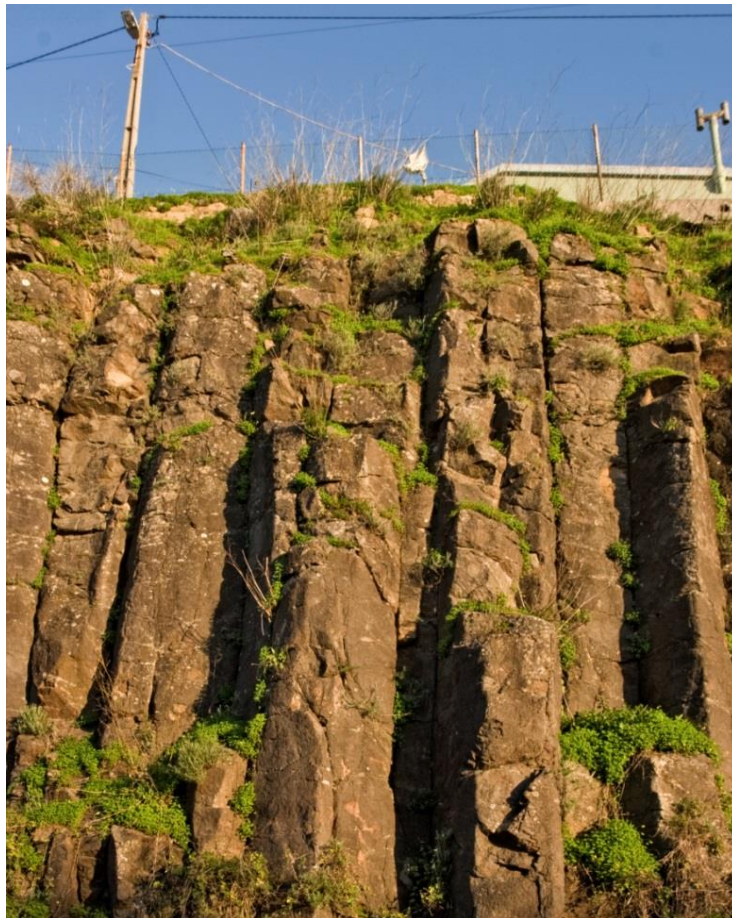
A intensa fracturação gerada pela movimentação das placas permitiu a instalação de diversas condutas, chaminés e filões, que proporcionaram a subida de magma para a superfície. Esses magmas depositaram-se de forma discordante sobre as formações mais antigas, originando o Complexo Vulcânico de Lisboa (CVL) (Almeida, 1994; Pais *et al.*, 2006).

O CVL cobre grande parte do concelho e é composto por escoadas basálticas, que correspondem a fases de derrame relativamente calmas, intercaladas com episódios explosivos piroclásticos, predominantemente constituídos por cinzas vulcânicas. A atividade terá igualmente tido períodos inativos, materializados pela presença de materiais sedimentares intercalados (Almeida, 1994; CML, 2009; Pinto *et al.*, 2010; 2011).

Segundo Almeida (1994) e Galopim de Carvalho (1998), a maior parte destas rochas vulcânicas terão tido origem num único edifício vulcânico, com uma altura superior a 2000m, situado na região de Cheleiros - Malveira.

Devido à distância do principal centro emissor, a espessura desta unidade na região de Lisboa ronda os 100m, podendo na região de Carnaxide e Odivelas atingir os 400m de espessura (Pais *et al.*, 2006).

Na zona de Lisboa, nomeadamente na região do Alto de Santo Amaro, é possível observar um afloramento composto por espessas escoadas basálticas onde é possível observar disjunção prismática, processo resultante da contração provocada pelo arrefecimento do manto basáltico, delimitando prismas aproximadamente hexagonais. (Figura A.31).



**Figura A.31.** Escoada basáltica exibindo disjunção prismática, visível no Geomonumento da Rua Aliança Operária (Imagem de José Vicente – Projeto “Geomonumentos de Lisboa”)

As lavas basálticas pouco alteradas foram exploradas para britas e usadas no empedramento de vias e passeios, existindo algumas pedreiras na região de Lisboa (Almeida, 1994; Pinto, 2005).

A alteração das lavas e cinzas originou solos agrícolas de excelente qualidade, conduzindo à ocupação dessas zonas desde a antiguidade, como modo de subsistência das populações, no



entanto, a indiscriminada ocupação urbana tem levado à extinção das melhores hortas da região de Lisboa (Almeida, 1994).

Na sequência da instalação do CVL, assiste-se a um novo hiato sedimentar, que terá durado cerca de 30 a 40 Ma e, durante o qual terá ocorrido erosão das formações anteriormente depositadas (Galopim de Carvalho, 1998).

### Paleogénico ( $\approx$ 40 - 30 Ma)

No Período Paleogénico ocorreu uma fase de emersão e ausência de sedimentação, seguido por uma intensa atividade tectónica que conduziu ao enrugamento do relevo existente (Pais et al., CML, 2009; Pinto *et al.*, 2010, 2011).

Lisboa, ainda sem o Tejo a delimitá-la a Sul, exibia uma paisagem continental, subárida, onde os fenómenos erosivos atuavam de forma intensa. Da destruição desses relevos resultaram grandes volumes de material muito heterogéneo, desde grandes blocos a materiais mais finos. Estes foram transportados por grandes rios de regime torrencial, instalados numa rede de drenagem pouco organizada, das zonas mais altas até às bacias de deposição (Almeida, 1994; CML, 2009; Pinto *et al.*, 2010, 2011).

Essas bacias, controladas por estruturas tectónicas e com reduzida ligação ao mar, condicionaram a deposição das espessas séries de carácter conglomerático que constituem o Complexo de Benfica que no fundo da Calçada de Carriche e na zona de Benfica chegam a atingir 400m de espessura (Almeida, 1994; Galopim de Carvalho, 1998).

A oxidação dos minerais de ferro presentes nos sedimentos transportados, evidenciada pelos tons avermelhados, denuncia as características oxidantes do ambiente de deposição (Pais *et al.*, 2006) (Figura A.32).



**Figura A.32.** Aspeto das séries conglomeráticas do Complexo de Benfica  
(Imagem: Dr. Gabriel Almeida)

### Miocénico ( $\approx 24 - 7$ Ma)

No Período Miocénico e após um período de intensa sedimentação continental, inicia-se a reinstalação do regime marinho como consequência da subsidência da região, permitindo a instalação da zona vestibular da Bacia do Tejo (Pais *et al.*, 2006; Pinto *et al.*, 2010).

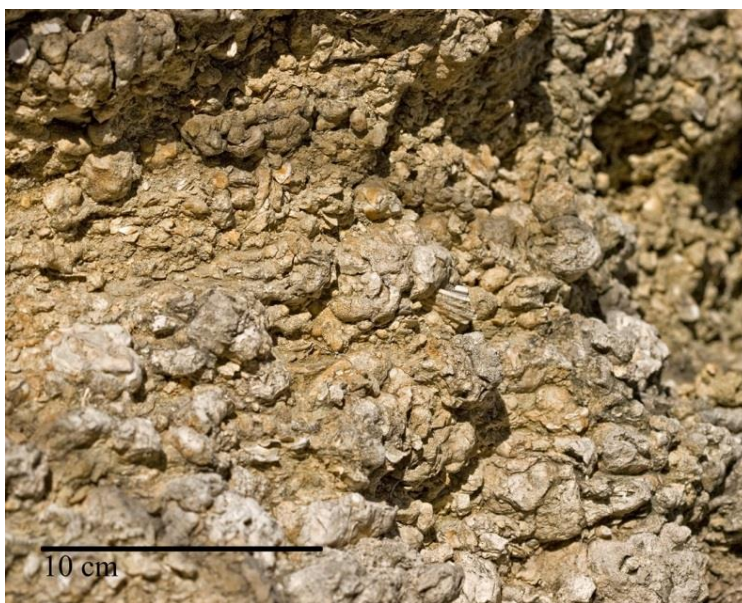
Durante cerca de 15 a 20 milhões de anos, o mar avançou e recuou, deixando como testemunho 300m de alternância de rochas sedimentares (arenitos, argilitos, margas e calcários), indicadoras dos ambientes predominantemente continentais, costeiro de planície de inundação, marinho de plataforma continental e delta. Estes sedimentos exibiam elevado e diversificado conteúdo fóssilífero. Entre os fósseis encontrados incluem-se faunas marinhas (peixes, bivalves, gastrópodes, equinodermes, etc.) e faunas de assinatura continental (mastodontes, cavalos primitivos, hipopótamos, crocodilos, etc.) (Almeida, 1994; Galopim de Carvalho, 1998).

Estas rochas foram exploradas para diversos fins: os calcários como alvenaria e para a construção de edifícios, como por exemplo o Castelo de S. Jorge e a Sé de Lisboa; as argilas usadas na indústria da cerâmica e as areias, já no séc. XX, usadas no fabrico de betão (Almeida, 1994; Pinto, 2005).

- 24 – 17 Ma

No Miocénico Inferior, Lisboa localizava-se junto a um mar quente e pouco profundo, onde se desenvolviam corais e colónias de briozoários (Galopim de Carvalho, 1999) (Figura A.33). Podemos observar um nível de calcário argiloso muito fossilífero onde se destacam concreções carbonatadas (saliências), que correspondem a colónias semiesféricas de briozoários com alguns centímetros de diâmetro. Abaixo dessa unidade, existe uma camada argilosa que terá sido explorada como barreiro pela antiga Cerâmica Lisbonense (Galopim de Carvalho, 2000; Pinto, 2005).

O regime de agitação marinha da época levava a que estas colónias se movimentassem em vaivém, por rolamento nos fundos, à semelhança do que sucede com os sedimentos, conduzindo ao aspeto de estratificação entrecruzada visível no afloramento.



**Figura A.33.** Pormenor das colónias de briozoários – fundo marinho de uma plataforma recifal, visível no Geomonumento da Rua Sampaio Bruno (Imagem: José Vicente – Projeto “Geomonumentos de Lisboa”)

Em terra, o terreno era plano e alagadiço. A ténue ligação ao mar promovia a existência de águas estagnadas, pobres em oxigénio, o que inibia os processos de decomposição biológica, favorecendo a conservação de matéria orgânica. Estas condições levaram à formação de níveis carbonosos, negros, e de níveis argilosos de cor acinzentada (CML, 2009; Pinto *et al.*, 2010; 2011) (Figuras A.33 e A.34).



**Figura A34.** Níveis carboníferos sobrejacentes às argilas cinzentas da base do Miocénico, visível no Geomonumento da Quinta da Granja (Imagem: José Vicente – Projeto “Geomonumentos de Lisboa”)



**Figura A.35.** Pormenor dos níveis carboníferos, visíveis no Geomonumento da Quinta da Granja (Imagem: José Vicente – Projeto “Geomonumentos de Lisboa”)

Com o recuo da linha de costa, provocado pela descida do nível do mar, instalou-se um clima mais continental, com influência fluvial - estuário. Estes terrenos ficaram emersos e percorridos por rios, ladeados de praias fluviais e planícies aluviais onde pastavam

rinocerontes (*Gaindatherium*), porcos selvagens (*Bunolistriodon*), cervídeos (*Dorcatherium*) e parentes próximos dos actuais elefantes (*Prodeinotherium*).

Meracricedonton e Democricetodon, pequenos mamíferos primitivos actualmente extintos, também aqui procuravam alimentos.

Além destes restos de mamíferos, existem nestas areias fósseis de répteis e de peixes de água doce, salobra e marinha, o que denuncia a proximidade da linha de costa.

- 16 – 13 Ma

No Miocénico Médio, a região de Lisboa ficava perto de um rio, onde se instalaram praias fluviais e campos de dunas e onde pastavam rinocerontes primitivos (*Hispanotherium*).

A proximidade ao mar, com alguma influência da água salgada, permitiu a instalação de alguns bancos de ostras (*Gryphaea gryphoides*). Alguns exemplares destas ostras chegam a atingir os 40 cm de comprimento. (Figura A.36.).



**Figura A.36.** *Gryphaea gryphoides* visíveis no Geomonumento do Forte de Santa Apolónia (Imagem: José Vicente – Projeto “Geomonumentos de Lisboa”)

Sobre a areia, vermes e crustáceos escavaram galerias (Figura A.37).



**Figura A.37.** Galerias visíveis no Geomonumento da Rua Capitão Leitão  
(Imagem: José Vicente – Projeto “Geomonumentos de Lisboa”)

Com a subida do nível do mar instalou-se aqui um ambiente marinho de pequena profundidade, onde se formaram calcários com fósseis de moluscos, algas e corais.

- *12 – 7 Ma*

No Miocénico Médio a Superior, a região de Lisboa ficava numa praia, de águas quentes, propícias à proliferação de organismos produtores de conchas de natureza calcária, com destaque para ostras e equinodermes que ficaram incluídos nas rochas calcárias.

No Geomonumento da Rua dos Eucaliptos (Figura A.38) é possível observar a formação de Grés de Grilos. Resultante de um evento regressivo, exhibe um nível base composto por arenitos grosseiros, a que se sobrepõe um estrato biocalcarenítico acastanhado, com abundantes fósseis de bivalves.



**Figura A.38.** Geomonumento da Rua dos Eucaliptos  
(Imagem: José Vicente – Projeto “Geomonumentos de Lisboa”)

Estas rochas foram exploradas para diversos fins:

- os calcários como alvenaria e para a construção de edifícios, como por exemplo o Castelo de S. Jorge e a Sé de Lisboa;
- as argilas usadas na indústria cerâmica;
- as areias, já no séc. XX, usadas no fabrico de betão.

#### Pliocénico $\approx$ 5 Ma até à atualidade

Após a deposição da série miocénica, seguiu-se novo período de emersão. Os sedimentos deste Período exibem assinatura continental e refletem a instalação do regime hídrico. Na zona de Lisboa não ocorrem afloramentos deste Período, apenas na margem Sul do Tejo.

É neste período que o Rio Tejo adquire o seu traçado final, há cerca de 2 Ma e segundo os autores devido a atividade tectónica (Almeida, 1994).

Os sedimentos que materializam este período na margem Norte do Tejo são as aluviões. Estas resultam da deposição de sedimentos dos materiais do substrato nos vales do Rio Tejo e seus afluentes. São bastante espessas junto às margens, chegando a atingir espessuras da ordem dos 40m na foz da Ribeira de Alcântara e na zona do Terreiro do Paço. (Almeida, 1994).

