

A GEOLOGIA DE ENGENHARIA NO PLANEAMENTO URBANO DA CÂMARA MUNICIPAL DE LISBOA

ENGINEERING GEOLOGY APPLIED TO LISBON MUNICIPALITY URBAN PLANNING

Pinto, Cláudia; *Câmara Municipal de Lisboa, Campo Grande, 25 – 4ºB, Portugal, e Centro de Geologia da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Edifício C6 – Campo Grande, Portugal, claudia.pinto@cm-lisboa.pt*

Moitinho de Almeida, Isabel; *Departamento e Centro de Geologia da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Edifício C6 – Campo Grande, Portugal, imalmeida@fc.ul.pt*

Almeida, Gabriel; *Centro de Geologia da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Edifício C6 – Campo Grande, Portugal, gmalmeida@fc.ul.pt*

RESUMO

A Geologia de Engenharia permite o conhecimento do subsolo, possibilitando prever, prevenir e mitigar eventuais impactes relacionados com as condicionantes de ordem geológica e geotécnica. Esse conhecimento deve sustentar uma gestão eficaz do território, compatibilizando a ocupação urbana com a manutenção dos recursos naturais, numa ótica de redução de custos e sustentabilidade. A Câmara Municipal de Lisboa e as equipas de Planeamento Urbano, têm procurado instaurar como prática a utilização da Geologia de Engenharia, não apenas no âmbito da apreciação dos projetos de edificação mas, também como ferramenta base nas decisões e estratégias a definir no ordenamento do território. O Plano Diretor Municipal de Lisboa, assim como os Instrumentos de Gestão Territorial de maior escala, refletem esta preocupação. Estes elementos constituem cartografia de fatores ou cartas base, que conjugadas entre si, virão a integrar a Carta Geotécnica de Lisboa.

ABSTRACT

The acquisition of knowledge about the subsurface, allows anticipating, prevent and mitigate impacts related to geological and geotechnical conditionings. This knowledge promotes an efficient territory management and whenever possible, suits the needs of communities with the maintenance of the natural resources, in a perspective of cost reduction and sustainability. The Lisbon Municipality and Urban Planning teams, have sought to establish the use of Engineering Geology, not only as a base for a project but also as a basic tool in the decisions and strategies related to urban planning. Part of this effort is reflected in the Municipal Strategic Plan and other strategic plans. These elements allow the elaboration of thematic mapping, which combined together, will generate a synthesis map, commonly referred as the Geotechnical Mapping.

1 - INTRODUÇÃO

A Câmara Municipal de Lisboa (CMLisboa) dispõe de uma Base de Dados Geotécnicos, incluindo resultados de estudos realizados na área do Concelho, na sua maior parte provenientes dos Projetos de Edificação, na especialidade Escavação e Contenção Periférica. Através dessa informação, que tem vindo a ser compilada ao longo dos anos e mais recentemente, alvo de um Projeto de Investigação financiado pela Fundação para a Ciência e Tecnologia – GeoSIS_Lx, a CMLisboa tem vindo a produzir cartografia temática.

Parte dessa cartografia reflete análises temáticas de determinadas áreas, como por exemplo cartografia de depósitos de cobertura na zona da Baixa Pombalina e Chelas, contudo, no âmbito da Revisão do Plano Diretor Municipal de Lisboa (PDML), surgiu a necessidade de se efetuar análises temáticas a escalas maiores, contemplando algumas matérias, constantes dos objetivos estratégicos do próprio instrumento de gestão territorial em análise.

No presente artigo é feita a análise do trabalho desenvolvido no âmbito da revisão, e da forma como a CMLisboa tem procurado equacionar a Geologia de Engenharia, não apenas como uma matéria do âmbito da gestão de Projetos, mas também como uma ferramenta que permite otimização de soluções e fundamental no ordenamento do território.

2 - INSTRUMENTOS DE GESTÃO TERRITORIAL À ESCALA MUNICIPAL

2.1 - Plano Diretor Municipal

O Plano Diretor Municipal de Lisboa (PDML), é um instrumento de planeamento territorial, à escala municipal, que estabelece o modelo de organização espacial, define a estratégia de desenvolvimento do território, efetua a classificação do solo e define as regras e parâmetros aplicáveis à ocupação, uso e transformação desse solo. Integra e articula as orientações estabelecidas pelo Programa Nacional da Política de Ordenamento do Território (PNPOT) e pelo Plano Regional de Ordenamento do Território da Área Metropolitana de Lisboa (PROTAML).

O PDML integra o Regulamento do Plano, onde constam as estratégias e normas que regem o território, Plantas de Ordenamento e Plantas de Condicionantes.

Um dos objetivos estratégicos do atual PDML, em vigor desde 30 de Agosto de 2012, é a promoção da sustentabilidade do ponto de vista ambiental, promovendo a utilização dos recursos naturais. No âmbito dos Estudos de Caracterização realizados considerou-se que havia matéria do foro da geologia, hidrogeologia e geologia de engenharia, passível de materialização no Regulamento do Plano, numa perspetiva de identificação, prevenção e preservação de determinadas áreas. A nível das peças desenhadas, nomeadamente das Plantas de Ordenamento, estes temas foram objeto de análise detalhada e vertidos para o PDML:

- Planta de Qualificação do Espaço Urbano: Património Geológico – Ocorrências Hidrominerais de Alfama e Geomonumentos de Lisboa;
- Planta da Estrutura Ecológica Municipal: Zonas aluvionares e zonas de mais elevada permeabilidade relativa dos solos – Sistema Húmido;
- Planta de Riscos Naturais Antrópicos I: Classificação relativa à Vulnerabilidade Sísmica dos Solos;
- Planta de Riscos Naturais e Antrópicos II: Suscetibilidade à Ocorrências de Movimentos de Massa em Vertentes, Vulnerabilidade a Inundações e Inundação por Tsunami.

2.1.1 - Planta de Qualificação do Espaço Urbano

A Planta de Qualificação do Espaço Urbano é a planta que materializa o uso do solo. É nesta Planta que vem incluída a delimitação da informação relativa ao património geológico da cidade de Lisboa, nomeadamente as Ocorrências Hidrominerais de Alfama (Figura 1) e os Geomonumentos (Figura 2).

No Regulamento do PDML foi incluído no artigo 34.º, o seguinte:

"Artigo 34.º

Geomonumentos e ocorrências hidrominerais

1. *Os Geomonumentos devem ser preservados e valorizados tendo em conta o seu interesse científico, pedagógico e cultural.
...."Nos casos em que há coincidência da área de proteção do Geomonumento com vias existentes, exige-se a criação de condições de acessibilidade e visualização do Geomonumento a partir da via;
São permitidas a instalação de infraestruturas de recreio e lazer e a manutenção dos alinhamentos urbanos existentes na área de proteção, com exceção de situações de instabilidade geológica;"*
2. *"As Ocorrências Hidrominerais de Alfama estão sujeitas às seguintes regras:*
 - a) *Deve ser preservada e valorizada a existência destas ocorrências dada a sua elevada vulnerabilidade e o interesse patrimonial, histórico, medicinal, cultural e pedagógico associado e, sempre que possível, devem ser tornadas acessíveis, numa perspetiva de eventual relançamento do termalismo na cidade de Lisboa;*
 - b) *Qualquer intervenção urbanística, na área de proteção definida na Planta de qualificação do espaço urbano, que implique alterações do subsolo e impermeabilização do solo, é acompanhada de relatório especializado que descreva e fundamente essas ações e que permita à Câmara Municipal determinar os condicionamentos a que deve obedecer a obra;*
 - c) *O plano de pormenor de salvaguarda que abranja estas ocorrências e respetivas áreas de potencial hidromineral/geotérmico deve promover a proteção e valorização deste patri-*

mónio como um sistema global, garantir o acesso ao mesmo e o aproveitamento das águas termais, se possível, bem como estabelecer condicionamentos, fundamentados em relatório especializado, ao uso, ocupação do solo e à realização de obras.”

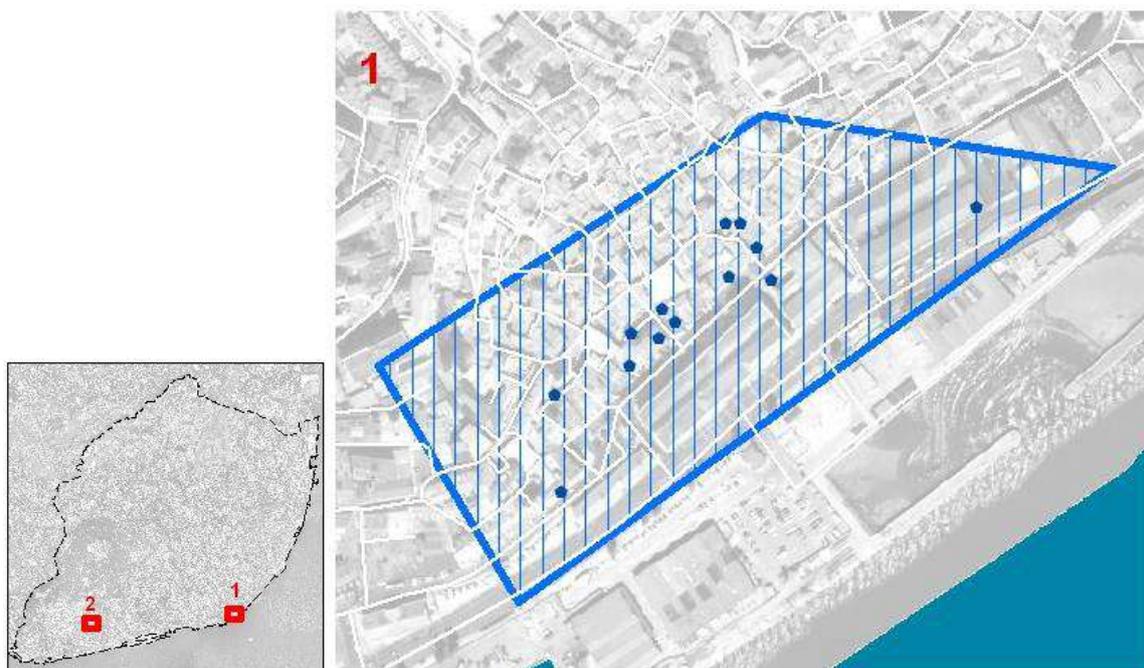


Figura 1 – Delimitação do perímetro de proteção das Ocorrências Hidrominerais de Alfama

(Planta de Qualificação do Espaço Urbano – PDML)

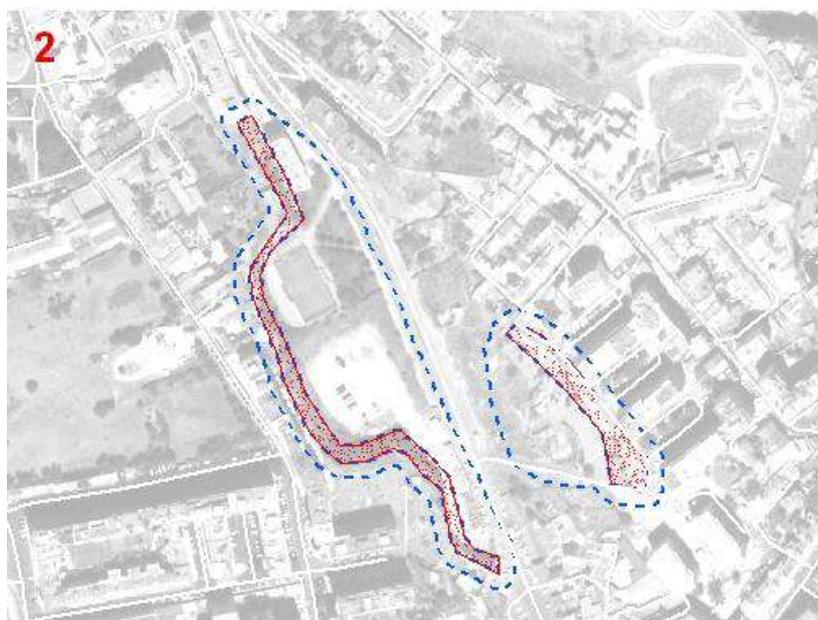


Figura 2 – Delimitação da área dos Geomonumentos e limite de proteção

(Planta de Qualificação do Espaço Urbano – PDML)

Deste modo o PDML assegura a acessibilidade e visibilidade dos locais classificados e qualquer intervenção urbanística é condicionada à apresentação de estudos específicos.

2.1.2 - Planta da Estrutura Ecológica Municipal

A Planta da Estrutura Ecológica Municipal exhibe duas componentes fundamentais: a Estrutura Ecológica Fundamental, que integra o Sistema Húmido e os Corredores Verdes Estruturantes, de forma a definir uma estratégia de valorização e salvaguarda dos principais sistemas naturais, e a Estrutura Ecológica Integrada, que se desenvolve a partir da estrutura ecológica fundamental, debruça-se contudo sobre as zonas verdes de enquadramento e dos logradouros ainda permeáveis.

De forma a delimitar o Sistema Húmido, foram cruzados dados geomorfológicos com a informação geológica, nomeadamente as manchas de aluviões cartografadas na Carta Geológica, na escala 1:10000 (Almeida, 1986), e analisadas as zonas de maior permeabilidade, a partir da interpretação da geologia. Deste cruzamento de dados resultou a definição do Sistema Húmido que, à semelhança dos Geomonumentos e Ocorrências Hidrominerais de Alfama, se encontra materializado nesta Planta e regulamentado.

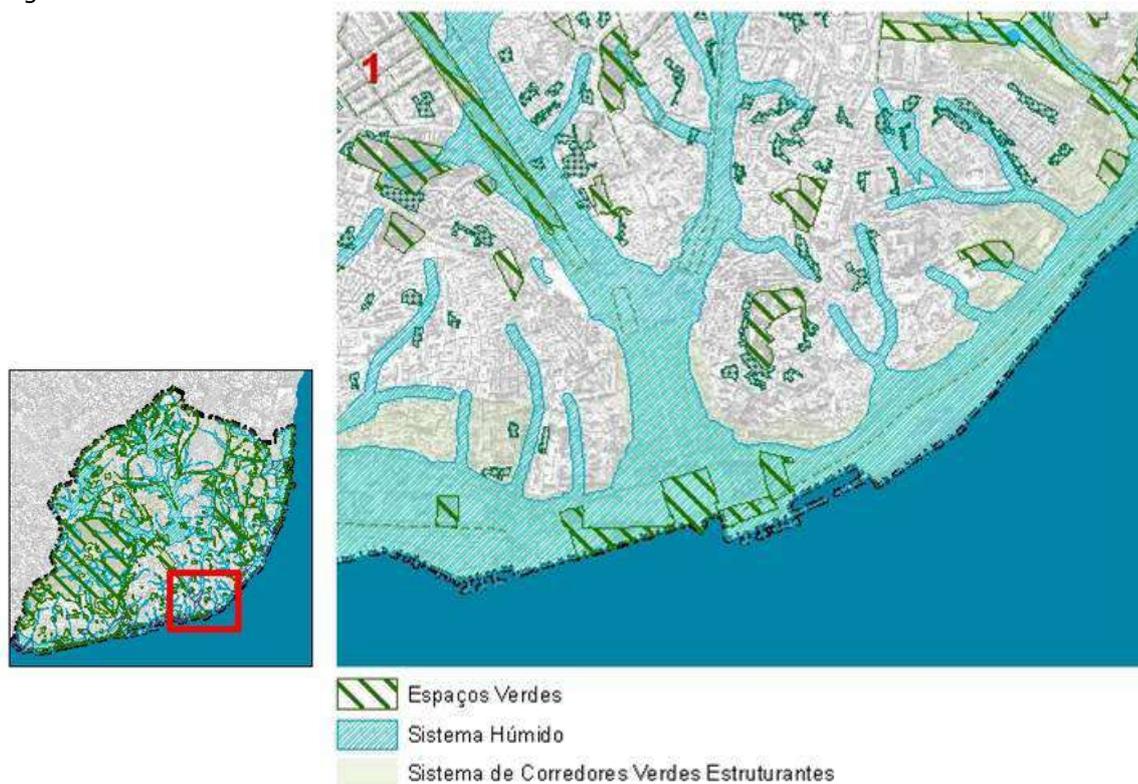


Figura 3 – Delimitação do Sistema Húmido

(Planta da Estrutura Ecológica Municipal – PDML)

No Regulamento do PDML, no seu artigo 13.º, foi estabelecido o seguinte:

"Artigo 13.º

Sistema húmido e sistema de transição fluvial estuarino

1. *O sistema húmido integra as áreas correspondentes a linhas de drenagem a céu aberto, áreas adjacentes, bacias de retenção de águas pluviais, zonas de ressurgências hídricas, zonas aluvionares e zonas sujeitas a inundações.*

...."De acordo com os dados de caracterização hidrogeológica de que dispõe, a Câmara Municipal pode condicionar as obras de construção, ampliação ou alteração de edifícios e de infraestruturas nas áreas a que se referem os números 1 e 2, que tenham intervenção no subsolo, à adoção de soluções técnicas compatíveis com a circulação de águas subterrâneas e estabelecer limites à construção de caves que garantam o funcionamento dos sistemas....."

Assim, nas áreas consideradas Sistema Húmido pretende-se minimizar o impacto das infraestruturas no sistema de drenagem natural e, uma vez mais, condicionar a ocupação em subsolo à obrigatoriedade de apresentação de elementos específicos, preconizando soluções de drenagem eficientes e adequadas.

2.1.3 - Planta de Riscos Naturais e Antrópicos I e II

As plantas que integram a Planta de Riscos Naturais e Antrópicos I e II, visam a representação das principais condicionantes associadas aos riscos naturais na área do PDML.

Na Planta de Riscos Naturais e Antrópicos I, em análise, encontra-se representada a classificação relativa à Vulnerabilidade Sísmica dos Solos, obtida a partir da interseção da Carta Geológica com os dados resultantes da análise de colunas de solo tipo.

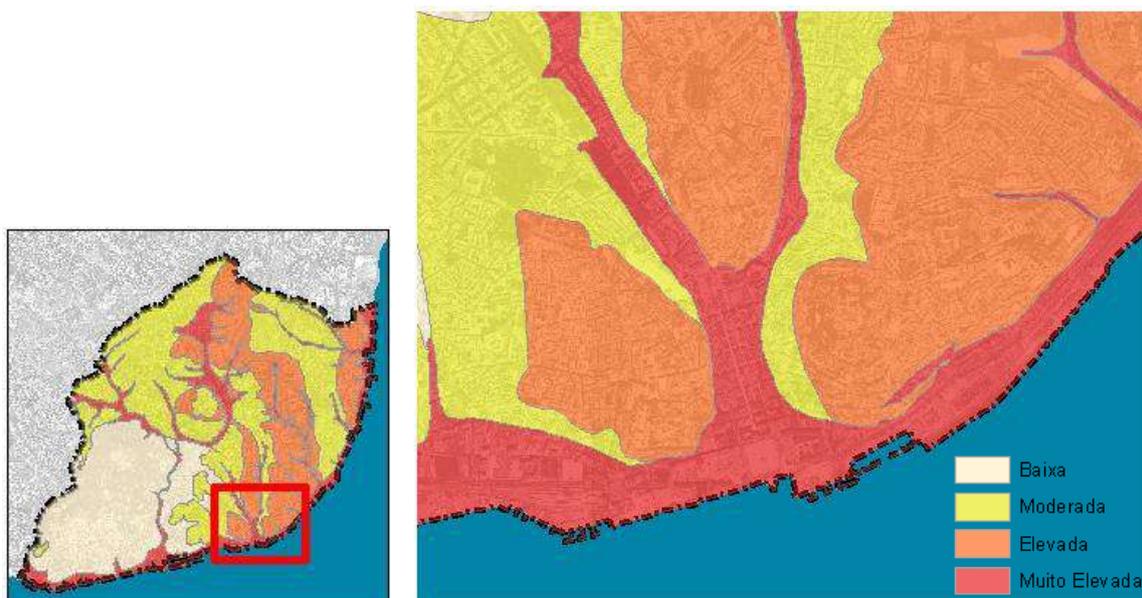


Figura 4 – Delimitação das Classes de Vulnerabilidade Sísmica

(Planta de Riscos Naturais e Antrópicos I – PDML)

Ao nível do Regulamento (artigo 24º), pretendeu-se, em função do zonamento da Planta, aplicar medidas que visem a melhoria da resistência estrutural antissísmica, não apenas no edifício em causa como também promover condições de reforço estrutural e resistência global dos edifícios confinantes.

Para as classes mais elevadas de vulnerabilidade sísmica são ainda solicitados estudos complementares, de cariz geológico e geotécnico e estrutural, de forma a serem definidas soluções compatíveis com a especificidade do terreno.

Além das medidas preconizadas no PDML, no Regulamento Municipal para a Urbanização e Edificação de Lisboa (RMUEL), mas à escala do projeto, são também definidas medidas com idêntico objetivo.

Na Planta de Riscos Naturais e Antrópicos II, encontra-se a informação relativa à Suscetibilidade à Ocorrência de Movimentos de Massa em Vertentes, Vulnerabilidade a Inundações e Efeito de Maré Direto.

A cartografia da Suscetibilidade à Ocorrência de Movimentos de Massa em Vertentes, foi obtida por métodos físicos. Considerando a informação disponível relativa aos parâmetros geotécnicos (ângulo de atrito interno e coesão) e a morfologia local, traduzida na carta de declives, foi possível estimar um fator de segurança e estabelecer um zonamento espacial (Vasconcelos, 2011).

Ao nível do Regulamento, foram estabelecidas medidas que visassem o não agravamento dos fenómenos de instabilidade registados no Planta assim como, em função das classes de suscetibilidade, condicionar a ocupação nessas zonas à apresentação de um estudo prévio integrado, elaborado por técnicos ou entidades credenciadas, baseado em dados geológicos, geotécnicos e hidrogeológicos, e que fundamente essa condição (artigo 23º).

Uma vez que os principais eventos que ocorrem na área do PDML se devem sobretudo à sobrecarga e incapacidade da rede de drenagem, o zonamento patente na cartografia de Vulnerabilidade a Inundações, resultou do cruzamento do Sistema Húmido, definido no âmbito da Estrutura Ecológica Fundamental, com os registos dos locais com maior número de ocorrências por parte do Regimento de Sapadores Bombeiros. As medidas a adotar vêm mencionadas no artigo 22º do Regulamento do Plano mas, de modo geral, preveem a apresentação de projetos de drenagem que visem o não agravamento das condições existentes, assim como, a segurança de pessoas e bens.

Para a determinação da cota a que o território estava sujeito ao efeito de maré direto, foram usados os dados da batimetria e altimetria do concelho, associados aos dados do Instituto Hidrográfico, relativos aos eventos de maior amplitude de maré. A nível de Regulamento é mantida a premissa relacionada com a apresentação de elementos contudo, numa ótica de proteção civil é desaconselhada a implementação de serviços de emergência e socorro nestas zonas.

Todas as medidas adotadas e regulamentadas no PDML encontram-se atualmente em fase de aplicação e respetiva monitorização e todos os processos/planos que se desenvolvem na área do território são analisados pelas equipas de gestão, à luz dessas medidas.

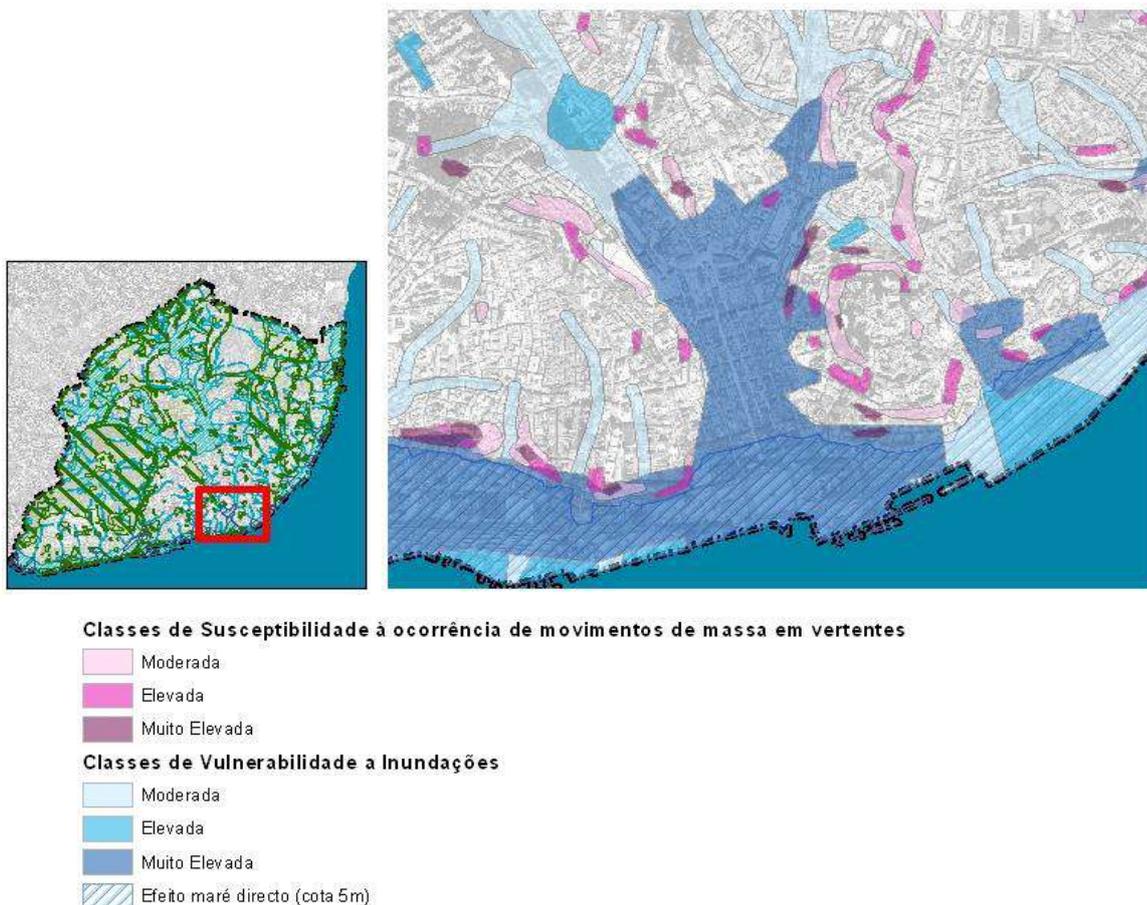


Figura 5 – Cartografia de Suscetibilidade à Ocorrência de Movimentos de Massa em Vertentes, Vulnerabilidade a Inundações e Inundação por Tsunami – Efeito de Maré Direto

(Planta de Riscos Naturais e Antrópicos II – PDML)

2.2 - Planos de Urbanização, Planos de Pormenor e Planos de Pormenor de Reabilitação Urbana

A organização territorial a escalas maiores é conseguida recorrendo a outras figuras de ordenamento são os Planos de Urbanização (PU's) e os Planos de Pormenor (PP's), respetivamente nas escalas 1:2000 e 1:1000. Englobam as orientações gerais definidas no PDM promovendo a resolução de problemas/necessidades específicas de determinada área do território municipal.

Considerando que o desenvolvimento da cidade de Lisboa se verificou nem sempre de forma ordenada, a gestão e organização urbana, exigem diferentes abordagens consoante o tipo de urbanização existente, as características do território e a estrutura social.

2.2.1 - Planos de Urbanização (PU's)

Tomando como exemplo a zona da Avenida da Liberdade, com valências muito específicas a nível de ocupação, onde é fundamental a promoção e preservação do património edificado, mereceu a elaboração de um Plano de Urbanização específico – Plano de Urbanização da Avenida da Liberdade e Zona Envolvente – PUALZE. Neste Plano foram adotadas diversas medidas onde se destaca a inclusão de um artigo relativo à ocupação em subsolo, condicionando a execução de caves, em novos edifícios ou em reabilitações, à elaboração de um estudo hidrogeológico específico (Artigo 20º - Caves).

"Artigo 20.º Caves

- 1) *Sempre que esteja prevista a construção de caves, a pretensão deve ser acompanhada por um estudo hidrogeológico comprovativo de que a solução proposta é viável e que não afeta o sistema de drenagem natural existente.*
- 2) *Este estudo é um elemento instrutório do processo."*

2.2.2 - Planos de Pormenor (PP's)

Ao nível dos PP's, como por exemplo o PP de Salvaguarda da Baixa Pombalina (Figura 6), foram contempladas as matérias associadas aos Riscos Naturais, nomeadamente a Vulnerabilidade Sísmica.

No que se refere à ocupação em subsolo, foi definido ao nível do Regulamento do PP que: "devem ser procuradas soluções alternativas para o cumprimento do número de lugares de estacionamento, que passam pela aquisição de lugares de proximidade ou com a construção de silos." (Artigo 19º).

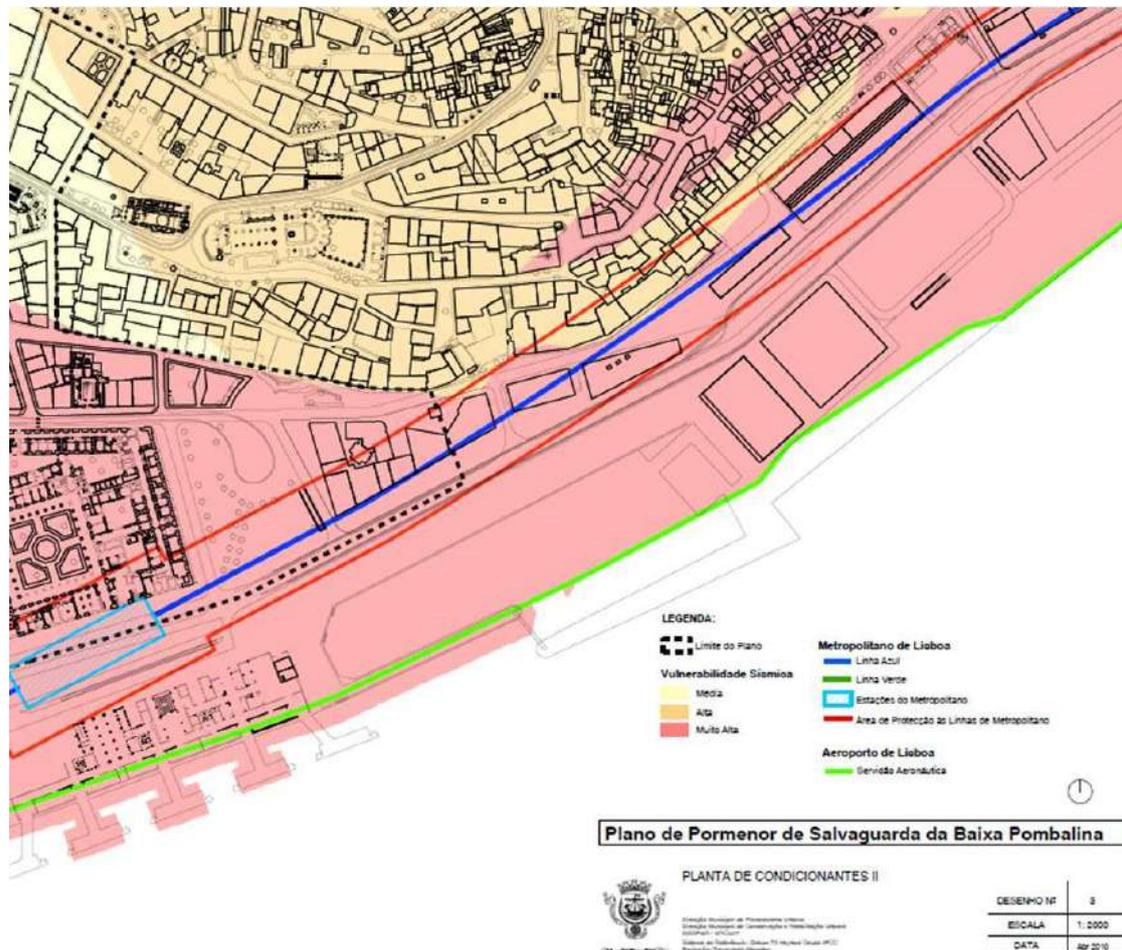


Figura 6 – Planta de Condicionantes II – Plano de Pormenor de Salvaguarda da Baixa Pombalina

2.2.3 - Planos de Pormenor de Reabilitação Urbana (PPRU's)

Nas zonas históricas da cidade e onde existe uma consolidação urbana secular, será através de Planos de Pormenor de Reabilitação Urbana (PPRU's) que se estabelecem as condições para a renovação e qualificação das construções, à luz das modernas conceções estruturais, sem afetação do valor patrimonial do edificado existente.

Atualmente encontram-se em desenvolvimento na CMLisboa 4 (PPRU's) para as áreas da Colina do Castelo (Figura 7), Bairro Alto e Bica, Madragoa e Calçada da Ajuda.

Como se tratam de instrumentos ainda em desenvolvimento, as matérias relacionadas com as condicionantes de ordem geológica e geotécnica, vêm refletidas nos elementos instrutórios iniciais, nomeadamente contempladas nos Termos de Referência que acompanham a Proposta de Plano e Peças Desenhadas.

Por exemplo, no PPRU da Colina do Castelo, destaca-se a referência às ocorrências hidrominerais de Alfama e respetiva área de proteção assim como, a integração das matérias associadas aos Riscos Naturais (ponto 5.3.3. dos Termos de Referência do PPRU).

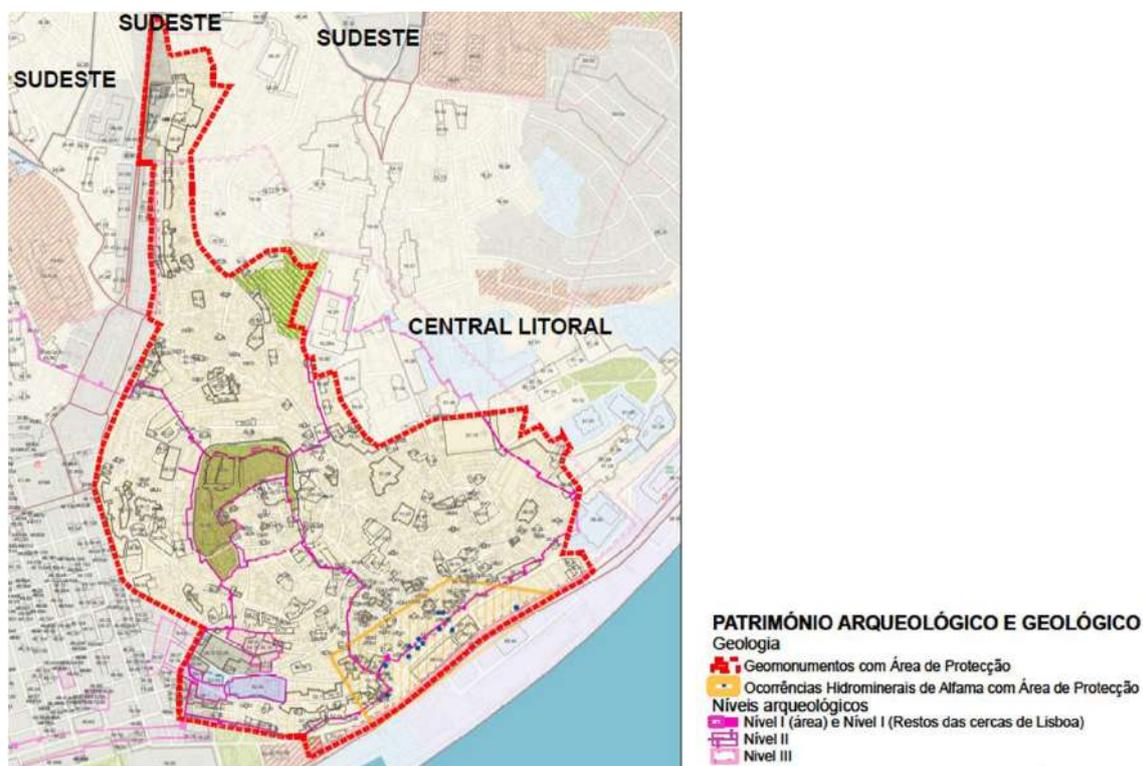


Figura 7 – Planta de Condicionantes – Plano de Pormenor de Reabilitação Urbana da Colina do Castelo

3 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Câmara Municipal de Lisboa tem vindo a desenvolver ações concretas de adoção e regulamentação no domínio da gestão territorial, dando relevo aos aspetos de ordem geológica e geotécnica, fundamentais na definição e escolha das soluções urbanísticas, geoambientalmente enquadradas.

Neste contexto, os diversos Instrumentos de Gestão Territorial contêm linhas de orientação justificadamente adequadas às características geológicas e geotécnicas do território municipal, sem afetação significativa do edificado existente, e ambientalmente sustentadas.

Os conceitos contidos nestes Planos têm como suporte a possibilidade de utilização de uma Base de Dados Geotécnicos que tem vindo a ser implementada em parceria com os Serviços Municipais e com a Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, no âmbito do Projeto GeoSIS_Lx.

Atualmente a CMLisboa perspetiva o desenvolvimento e atualização da Base de Dados Geotécnicos, cuja análise permitirá a elaboração de cartografia temática e cujo objetivo fundamental é o refinamento da cartografia geológica/geotécnica constante do PDML e restantes figuras de âmbito municipal.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fundação para a Ciência e Tecnologia, pelo financiamento do Projeto GeoSIS_Lx (PTDC/ECM/64167/2006).

REFERÊNCIAS

- Almeida, F. M. (1986). Carta Geológica do Concelho de Lisboa, à escala 1.10.000. Serviços Geológicos de Portugal.
- Vasconcelos, M. (2011). Cartografia de suscetibilidade à ocorrência de movimentos de vertente em contexto urbano: o concelho de Lisboa. Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa para a obtenção do Grau de Mestre em Geologia do Ambiente (Riscos Geológicos e Ordenamento do Território).

pdm.cm-lisboa.pt – Site dos Instrumentos de Gestão Territorial do Município de Lisboa.