

# **CARTA DE APTIDÃO À CONSTRUÇÃO DO BAIRRO DA ENCOSTA DA LUZ (ODIVELAS) BASEADA EM FATORES GEOTÉCNICOS**

## **CONSTRUCTION CAPABILITY MAP OF THE BAIRRO DA ENCOSTA DA LUZ (ODIVELAS) BASED ON GEOTECHNICAL FACTORS**

Roque, António José, *Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Lisboa, Portugal, aroque@Inec.pt*

Coelho, Maria João, *Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Lisboa, Portugal, marjoao@Inec.pt*

### **RESUMO**

O trabalho apresentado nesta comunicação foi desenvolvido com o principal objetivo de produzir a Carta de Aptidão à Construção do Bairro da Encosta da Luz, situado na Vertente Sul do concelho de Odivelas, que é designado como Área Urbana de Génese Ilegal. Na elaboração da Carta de Aptidão à Construção do bairro consideraram-se três zonas: Zona Não Apta, Zona Apta sob Condições e Zona Apta, definidas a partir da combinação das cartas de quatro fatores geotécnicos: taludes naturais instáveis, declive, litologia e hidrogeologia. Os dados utilizados na elaboração destas cartas foram obtidos com base em levantamentos topográficos, de reconhecimentos geológicos de superfície, de sondagens, de ensaios de laboratório e de campo, e da observação de inclinómetros e piezómetros.

### **ABSTRACT**

This communication presents the works carried out to produce the Construction Capability Map for the *Bairro da Encosta da Luz*, which is designated as an Urban Area of Illegal Genesis, located in the southern slope of the municipality of Odivelas. There were considered three zones for the Construction Capability Map of this area: Non-Suitable Zone, Suitable Zone under Conditions and Suitable Zone, defined by combining maps of four geotechnical factors: unstable hillsides, slope, lithology and hydrogeology. The data used for doing these maps were obtained from topographic surveys, surface geological reconnaissance, boreholes, laboratory and field tests, and from measurements with inclinometers and piezometers.

### **1. INTRODUÇÃO**

A morfologia e a geologia são determinantes para o comportamento dos terrenos e podem, por isso, condicionar a sua utilização. Por outro lado, a presença de água no terreno contribui, regra geral, para degradar o seu comportamento geotécnico.

A ocupação urbana da Vertente Sul (VS, 155 ha) e da Vertente Nascente (VN, 39 ha) do concelho de Odivelas por Áreas Urbanas de Génese Ilegal (AUGI), habitualmente designadas por bairros clandestinos, teve lugar nos anos 60, 70 e 80 do século passado e não levou em consideração, pela sua origem, aquelas condicionantes. Dado que a ocupação se desenvolveu ao longo de uma costeira de declive muito acentuado, confinante com o limite norte do concelho de Lisboa, a maior perigosidade

pode advir de movimentos de terrenos, que podem colocar em risco a segurança de pessoas e bens que as ocupam e frequentam. Por esta razão, tendo por objetivo proceder à reconversão urbanística destas AUGI e à sua legalização, e como prioridade a intervenção na VS, a Câmara Municipal de Odivelas (CMO) celebrou um protocolo de cooperação científica e técnica com o Laboratório Nacional de Engenharia Civil, I.P. (LNEC) para a realização de um conjunto de estudos e trabalhos, que permitiram a elaboração de uma Carta de Suscetibilidade a Movimentos de Terrenos da VS (LNEC, 2018a) e de Cartas de Aptidão à Construção (CApC) para as cinco AUGI que a integram (Figura 1): Bairro do Vale do Forno, Bairro da Encosta da Luz (BEL), Bairro da Quinta do José Luís, Bairro da Serra da Luz e Bairro da Quinta das Arrombas. A primeira carta servirá de base à elaboração do Plano de Urbanização da VS, e as outras cinco, ao processo de Loteamento Urbano e de legalização dos bairros.

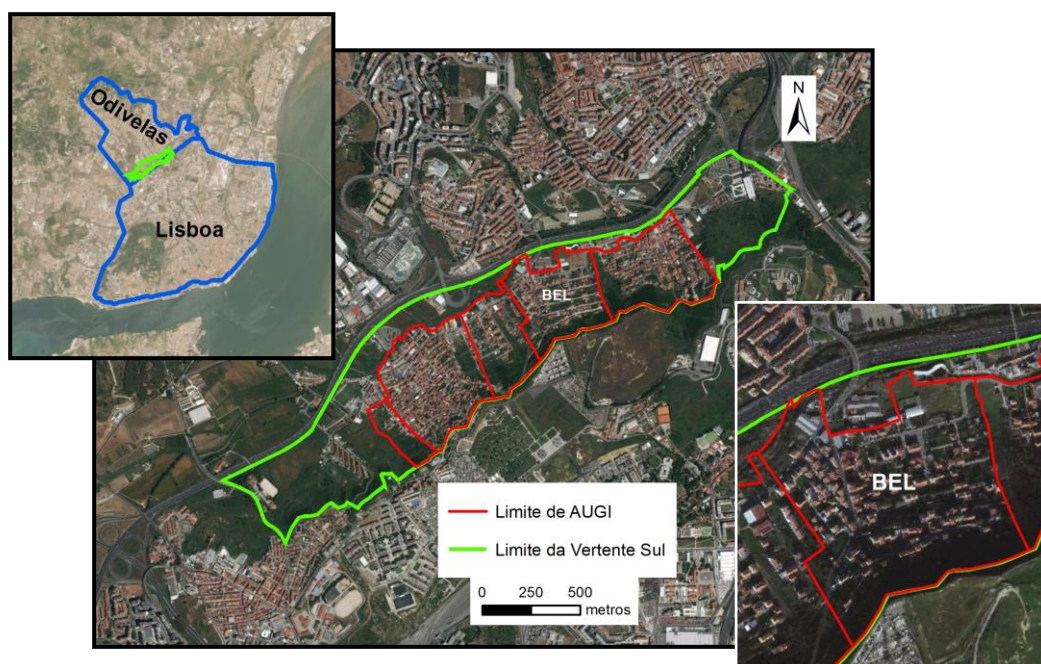


Figura 1 - Localização da Vertente Sul no concelho de Odivelas e delimitação das AUGI, com destaque do Bairro da Encosta da Luz (BEL)

Nesta comunicação apresentam-se os estudos realizados para a produção da CApC-BEL (LNEC, 2018b), que foi selecionado como bairro-piloto para a implementação e a validação dos princípios e das metodologias a aplicar às restantes AUGI da VS e da VN. A CApC delimita áreas com aptidão à construção semelhante, e identifica os principais condicionantes à implantação de construções novas e à estabilidade das existentes. A informação utilizada na produção da CApC foi, principalmente, a recolhida em relatórios geotécnicos anteriores à celebração do protocolo CMO-LNEC, em levantamentos topográficos, em trabalhos de reconhecimento de superfície e de prospeção efetuados no campo, em ensaios de laboratório e na observação dos inclinómetros e piezómetros instalados.

## 2. CARACTERIZAÇÃO DA OCUPAÇÃO URBANA DO BAIRRO

As primeiras edificações no BEL (180 716 m<sup>2</sup>) ocorreram no ano de 1965, ainda que com fraca expressão, de acordo com os ortofotomapas de 1944, 1960, 1965, 1977,

1982, 1989 e 2005. Nos anos anteriores só existia atividade rural, com as respetivas infraestruturas de apoio (pequenas construções e caminhos). Em 1977 surgiram as primeiras edificações para habitação, mas ainda com reduzida expressão. Nos anos seguintes (1982 a 2005), os ortofotomapas mostram um aumento significativo de habitações. Atendendo à ocupação atual, concluiu-se que a partir de 2005 não ocorreram alterações significativas no edificado e nos arruamentos. As áreas do bairro em que a densidade de ocupação é maior, situam-se a sul e a poente, com uma faixa de terreno de cerca de 70 m de largura junto ao limite com o concelho de Lisboa, ainda sem qualquer ocupação. Dos 287 lotes do BEL, cerca de 55% estão ocupados com edificações e cerca de 45% estão vazios. Em relação ao edificado existente, os Censos de 2011 indicam que os cerca de 900 residentes se distribuem em edifícios de quatro pisos (3%), de três pisos (25%), de dois pisos (59%) e de um piso (13%).

### **3. CONDIÇÕES GEOMORFOLÓGICAS E GEOLÓGICAS LOCAIS**

A VS situa-se na costeira Odivelas-Vialonga (LNEG, 2006), no troço sobranceiro ao vale do rio da Costa. A costeira, aproximadamente retilínea e de direção nordeste-sudoeste, forma uma encosta de declive muito acentuado, com cerca de 18 km de extensão e 100 m de altura máxima. A sua formação deve-se à existência de uma estrutura monoclinial, com as camadas a inclinarem, com valores moderados, para sul e sueste, em direção ao estuário do Tejo. As cornijas da costeira correspondem, em geral, a conglomerados ou calcários pertencentes à Formação de Benfica (FB) ou à base da série miocénica. A parte côncava da vertente foi entalhada em argilitos da FB (LNEG, 2006).

As cotas da encosta no BEL, à semelhança da VS, variam entre cerca de 20 e 127 m, de acordo com a carta hipsométrica, obtida a partir do Modelo Digital do Terreno (MDT), calculado com o ArcGIS 10.2. A carta de declives do BEL, obtida a partir do mesmo MDT com recurso ao ArcGIS 10.2, mostra que as áreas pertencentes às classes declivosa alta (> 50%, cotas 75-127 m), declivosa intermédia-alta (30-50%, cotas 50-95 m) e declivosa baixa (5-15%, cotas 27-35 m) são superiores às áreas pertencentes às classes declivosa intermédia (15-30%, cotas 33-55 m) e plana (< 5%, cotas 20-28 m).

A FB é a principal unidade litoestratigráfica na VS. Datada do Eocénico ao Oligocénico, é constituída por uma sucessão de depósitos continentais: conglomerados, arenitos e argilitos, com intercalações carbonatadas (Calcários de Alornelos), e tem cerca de 400 m de espessura (LNEG, 2006). As outras formações são datadas do Holocénico e estão representadas pelos: i) Aluviões (argilo-siltosas e argilo-arenosas), com espessuras variando entre 4 m, mais a oeste (Pontinha), e 15 m, mais a este (Odivelas); ii) Coluviões, formados sobretudo por acumulação de materiais provenientes da FB nas zonas declivosas intermédia e baixa, e com espessuras entre cerca de 1 e 12,5 m; e iii) Aterros, com características litológicas semelhantes aos coluviões, dado provirem, em grande parte, da escavação de materiais pertencentes à FB, e espessuras máximas de cerca de 7 m.

## 4. CARACTERIZAÇÃO GEOTÉCNICA E HIDROGEOLÓGICA DO BAIRRO

### 4.1. Trabalhos efetuados

Os trabalhos realizados no BEL decorreram em duas fases distintas, a primeira sendo anterior a 2012 e a segunda posterior.

Em 1999, a SOPER, Lda. efetuou 19 sondagens à rotação, com recuperação de testemunho, ensaios de penetração dinâmica (SPT) e ensaios laboratoriais. Em 2002, a TECNASOL FGE, S.A., realizou oito sondagens à rotação, três com recuperação de testemunho e cinco destrutivas, ensaios SPT e laboratoriais, e instalou cinco piezómetros, dos quais apenas um está operacional.

Na segunda fase, em que o LNEC passou a coordenar o estudo, e onde também se inclui a componente hidrológica, a Geocontrole, S.A. efetuou, em 2012, seis sondagens à rotação, duas com recuperação de testemunhos, e as restantes quatro com trado oco, ensaios SPT e laboratoriais. Em três destas sondagens foram instalados tubos de inclinómetro e nas restantes três, piezómetros. No mesmo ano, o LNEC efetuou um perfil de refração sísmica. Os últimos trabalhos foram realizados em 2016, pelo Grupo Mota-Engil: 33 sondagens à rotação, com recuperação de testemunho, ensaios SPT e laboratoriais. Em seis sondagens foram instalados tubos de inclinómetro, em sete, piezómetros e nas restantes, tubos de PVC crepinados. A Figura 2 mostra a localização das sondagens, diferenciando as que foram equipadas com tubos de inclinómetro e com piezómetros.

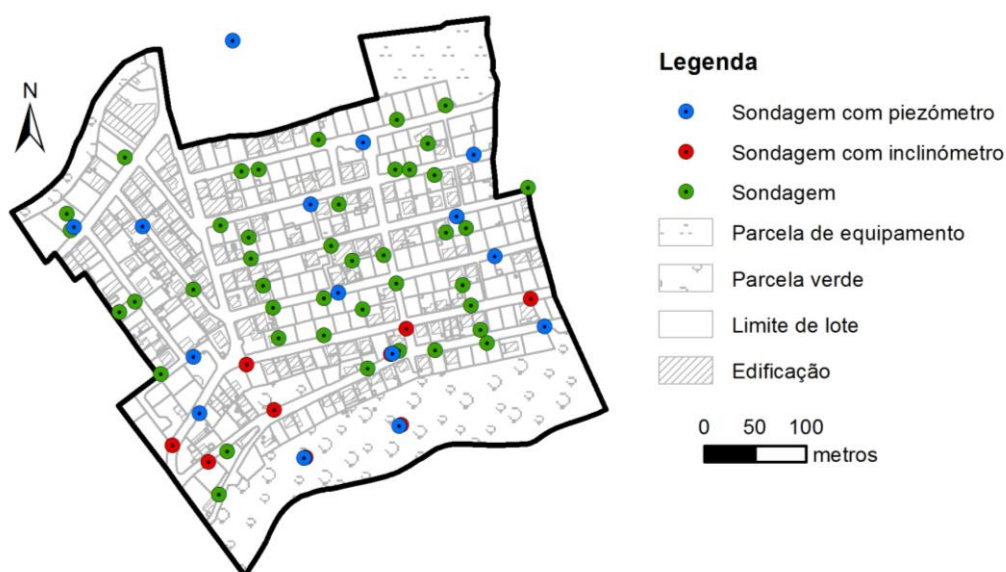


Figura 2 - Localização das sondagens, com identificação das instrumentadas com tubos de inclinómetro e com piezómetros

Nos nove inclinómetros e nos 11 piezómetros operacionais, foram efetuadas campanhas de observação periódicas, em regra, após o final do período pluvioso, ou seja, em março/abril, e do período seco, ou seja, em setembro/outubro. A exceção foram as leituras mensais, pelo período de um ano, nos piezómetros e nos tubos de PVC crepinados, após a sua instalação em 2016.

## 4.2. Análise dos resultados obtidos

Nos terrenos do substrato, correspondentes à FB, distinguiram-se os níveis seguintes: i) FB1 - argila arenosa, com número de pancadas do SPT ( $N_{SPT}$ ) inferior a 30 ( $N_{SPT} < 30$ ); ii) FB2 - arenitos e argilitos, com  $30 \leq N_{SPT} < 50$ ; iii) FB3A - argilitos, siltitos e margas, com  $N_{SPT} \geq 50$ ; iv) FB3B - arenitos argilosos e margosos, com  $N_{SPT} \geq 50$ ; e v) FB4 - calcário fraturado e margas calcárias compactas.

Nas Formações Superficiais (FS) incluem-se as Aluviões, os Coluviões e os Aterros. As Aluviões são argilas silto-arenosas, castanho acinzentadas ou avermelhadas, areias médias a grossas, por vezes silto-argilosas, beges com laivos acinzentados e areias argilosas, com cascalho disperso, acastanhadas e avermelhadas, predominantemente muito duras. Os coluviões são essencialmente areno-argilosos, com cascalho fino, avermelhados e acastanhados, e quase sempre medianamente compactos. Os Aterros são constituídos, fundamentalmente, por "britas e areia", ocorrendo também areias argilosas, com cascalho fino, acastanhadas e avermelhadas, e apresentam-se maioritariamente soltos a medianamente compactos.

Os terrenos das FS e/ou da FB1 estão presentes em todas as sondagens realizadas no BEL, com exceção de uma, variando a espessura conjunta entre um mínimo de 0,3 m e um máximo de 15,0 m. As maiores espessuras de FS+FB1 ocorrem na zona mais plana do bairro, devido às aluviões do rio da Costa e aos coluviões. Os terrenos das FS e da FB1 foram agrupados numa única unidade geotécnica por apresentarem características geotécnicas semelhantes nos condicionamentos à ocupação urbana.

A monitorização dos 31 piezómetros/tubos de PVC crepinados instalados mostrou que a profundidade do nível de água máximo foi superior a 3 m em 21 (68%) dispositivos. Os dados recolhidos também permitiram concluir que as variações intra-anuais do nível de água foram inferiores a 3 m em 26 (84%) dispositivos, e explicam-se pelas características geológicas e hidrológicas locais.

A monitorização com os nove inclinómetros mostrou que não existem movimentos relevantes nos locais em que estão instalados, sendo os deslocamentos horizontais acumulados máximos da ordem de 0,5 cm. Estes resultados são coerentes com a inspeção efetuada aos lotes do bairro, onde apenas foram registados danos estruturais (fissuras/embarraamentos) em cerca de 20% dos muros de suporte existentes, os quais podem estar associados a projetos e/ou a construções que não seguiram as boas práticas da engenharia.

## 5. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DAS CARTAS DE FATORES E DE APTIDÃO À CONSTRUÇÃO

A CApC foi produzida em duas fases consecutivas. Na fase analítica foram consideradas as cartas dos quatro fatores mais relevantes para as condições naturais e antrópicas locais: Carta do Fator Taludes Naturais Instáveis, Carta do Fator Declive, Carta do Fator Litologia (considerando a espessura da unidade geotécnica FS+FB1) e Carta do Fator Hidrogeologia (considerando o nível de água subterrânea medido à cota mais elevada). A fase de síntese consistiu na combinação dos fatores e das classes utilizadas na geração das cartas de fatores, em acordo com uma hierarquia previamente definida, para gerar a distribuição espacial da aptidão à construção, considerando três zonas: Zona A - Não Apta, Zona B - Apta sob Condições e Zona C - Apta.

## 5.1. Cartas de fatores

A Carta do Fator Taludes Naturais Instáveis não é apresentada por inexistência de movimentos de terrenos no bairro, passados ou ativos, com relevância cartográfica, em concordância com o afirmado na secção 4.2 sobre as observações inclinométricas.

As formas do relevo influenciam o comportamento dos terrenos e condicionam as suas possibilidades de utilização, sendo o seu declive um dos elementos morfológicos determinantes. Comumente, segundo Gomes Coelho (1980), considera-se que: i) declives até 5% proporcionam uma minimização dos custos em edificações e obras lineares; ii) declives entre 5 e 15% proporcionam condições progressivamente mais desfavoráveis e de custos crescentes; e iii) declives superiores a 15% são habitualmente considerados como fronteira da prática corrente da engenharia civil, por implicarem, via de regra, o recurso a obras de suporte, entre outras.

Na elaboração da Carta do Fator Declive (Figura 3a), obtida do mesmo modo que a carta de declives referida na secção 3, considerou-se, face ao acima exposto, que com declives até 15%, a zona é apta à ocupação urbana e com declives superiores a 15%, a zona é apta à ocupação urbana, desde que observadas determinadas condições. A Figura 3a mostra que as zonas mais declivosas (> 30%) se situam na zona sul do bairro e as menos declivosas a planas ( $\leq 15\%$ ) na zona norte, situando-se entre estas, a zona de declividade intermédia (15-30%).

Pelas razões já apresentadas, a Carta do Fator Litologia foi construída considerando o somatório da espessura das Formações Superficiais (FS - Aluviões, Coluviões e Aterros) e do nível da Formação de Benfica com  $N_{SPT} < 30$  (FB1). Considerando a espessura de FS+FB1 e as características do edificado existente e a construir, definiram-se três classes de espessura:  $\leq 3$  m, entre 3 e 5 m e  $> 5$  m. A Figura 3b mostra a Carta do Fator Litologia, que foi gerada com recurso ao ArcGIS 10.2. O limite superior da espessura em 5 m foi definido considerando que para espessuras superiores, os custos de execução das estruturas de suporte são muito elevados comparativamente ao valor patrimonial das edificações existentes ou a construir. O limite inferior em 3 m foi definido tendo em conta que é a profundidade máxima normalmente associada à capacidade técnica de execução de fundações diretas. A carta mostra que a espessura de FS+FB1 superior a 5 m se situa sobretudo ao longo de uma faixa com largura superior a 100 m, na parte norte do BEL, e que as espessuras inferiores a 5 e 3 m prevalecem na restante área do BEL, situada mais a sul.

A inclusão do fator hidrogeológico justifica-se pela influência da presença da água na estabilidade dos taludes, na execução e estabilidade das escavações, designadamente em caves e em valas, e nos impulsos sobre as estruturas de suporte. A situação geotecnicamente mais desfavorável corresponde à maior espessura de saturação dos terrenos, pelo que, a Carta do Fator Hidrogeológico (Figura 3c), produzida com recurso ao ArcGIS 10.2, considerou a cota máxima do nível de água registada em cada piezómetro.

As três classes consideradas para a profundidade do nível de água no terreno foram:  $\leq 1$  m, entre 1 e 3 m e  $> 3$  m. O limite superior do nível de água em 3 m foi definido por condicionar a conceção das estruturas de suporte, tanto ao nível da drenagem no tardoz, como dos impulsos. O limite inferior em 1 m foi definido tendo em conta as interferências com a execução de caves e de valas.



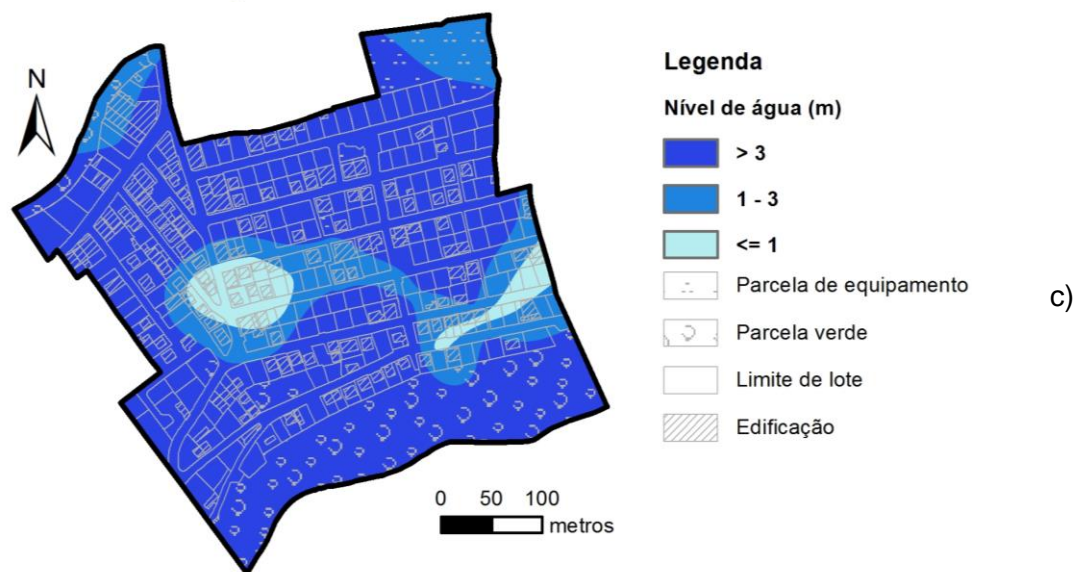
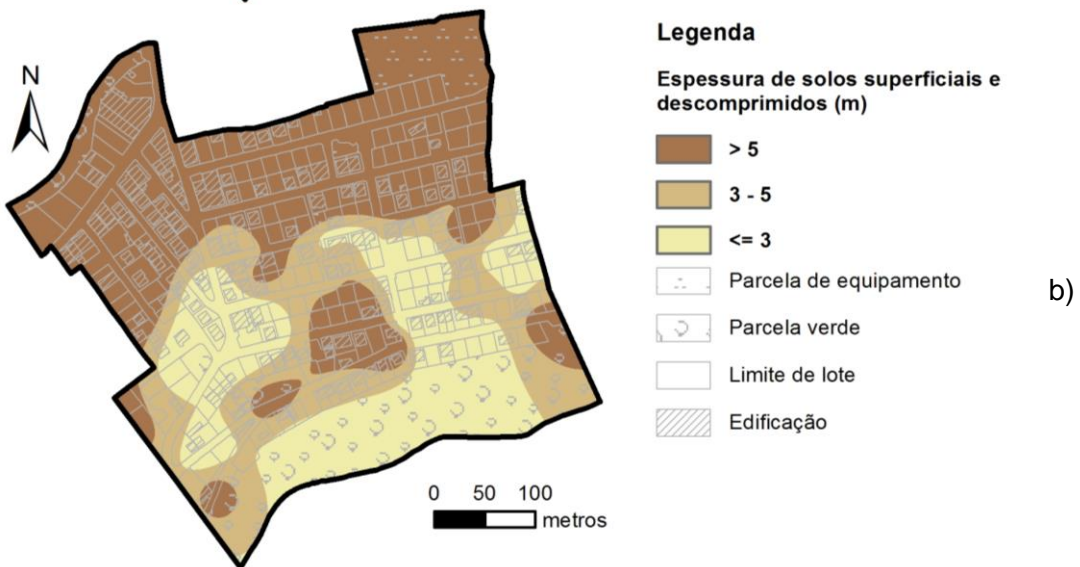
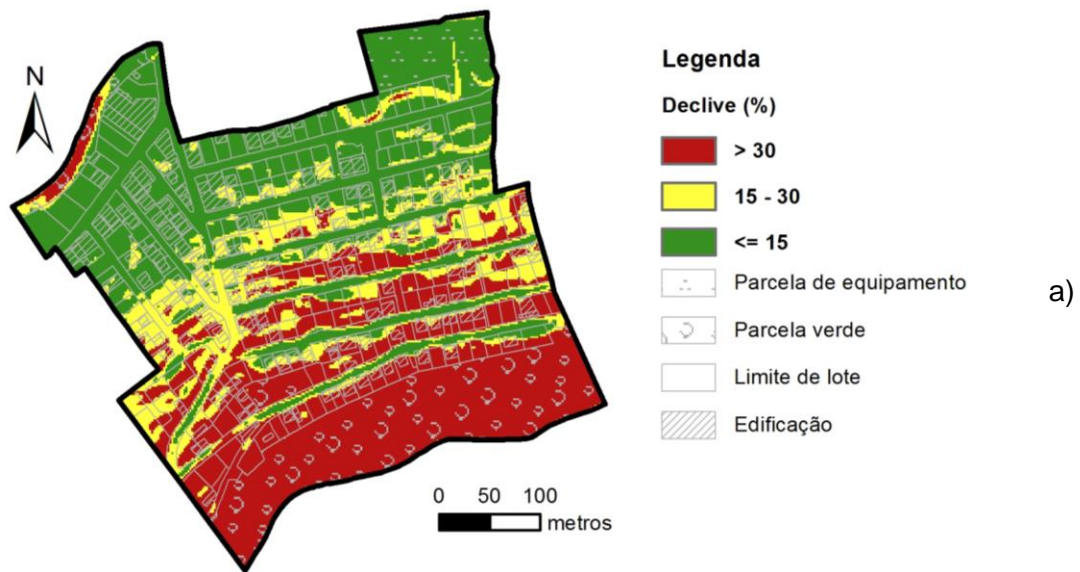


Figura 3 - Cartas dos Fatores: a) Declive, b) Litologia e c) Hidrogeologia

De acordo com o exposto na secção 4.2, observa-se que a profundidade do nível de água é predominantemente superior a 3 m, estando as profundidades inferiores a 3 m e a 1 m limitadas a uma faixa de terreno aproximadamente centrada com o bairro e alinhada este-oeste.

## 5.2. Carta de aptidão à construção

A CApC-BEL foi produzida com recurso ao ArcGIS 10.2, considerando os quatro fatores e as respetivas classes, apresentados na secção anterior, e a hierarquia e os requisitos ilustrados no fluxograma da Figura 4.

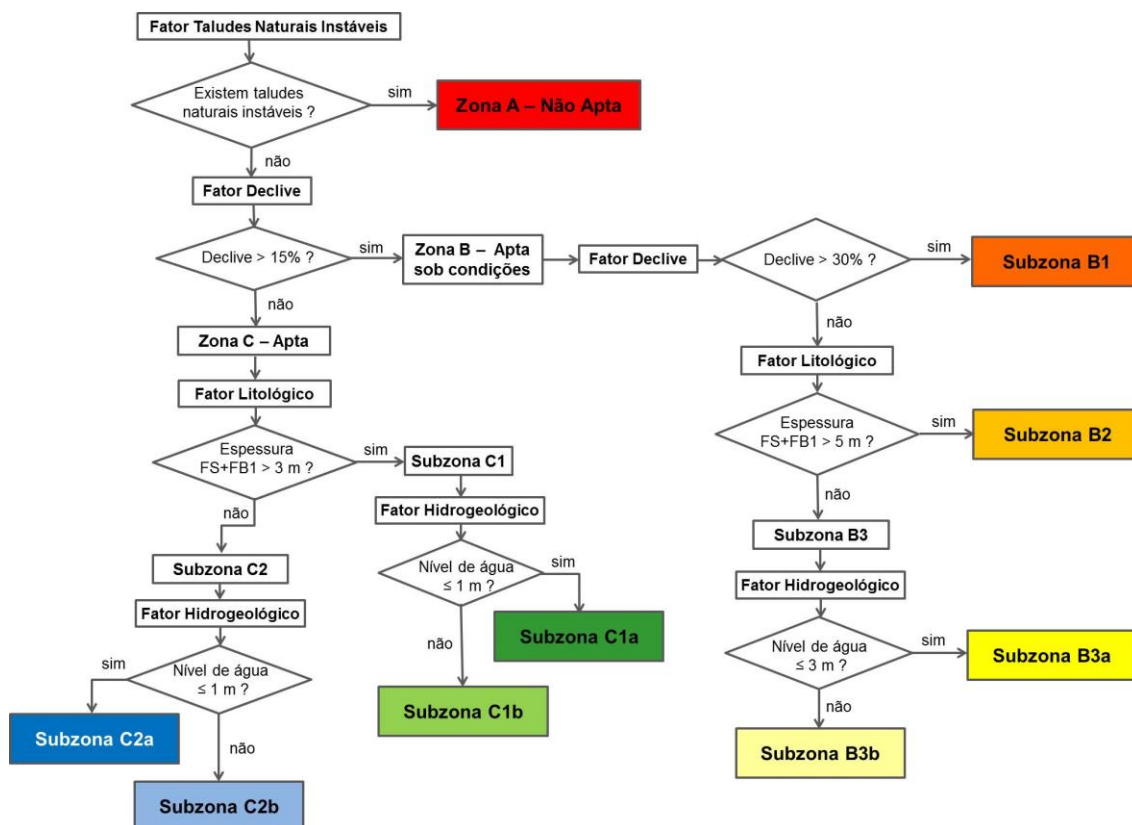


Figura 4 - Fluxograma do procedimento seguido para a obtenção da CApC-BEL

A Figura 5 mostra a CApC-BEL obtida e o Quadro 1 apresenta e explica as zonas e as subzonas resultantes deste processo. Verifica-se que a Zona A - Não Apta não tem representação no BEL pelo motivo já mencionado, ou seja, inexistência de taludes naturais instáveis. Com o objetivo de facilitar a leitura e o uso da CApC ao utilizador comum, foi produzida uma carta simplificada, em que se atribuiu a cada lote, num total de 287, a aptidão à construção correspondente (LNEC, 2018b). Os lotes pertencentes às Subzonas B1 e C1b representam cerca de 80% dos lotes existentes.

Em LNEC (2018b) descreveram-se, para cada zona ou subzona, as disposições aplicáveis às construções existentes, tanto na forma de prescrições (medidas obrigatórias) como na forma de recomendações (instruções gerais de orientação geológico-geotécnica), e ainda as disposições aplicáveis a futuras construções, neste caso apenas na forma de prescrições. Foram também propostas intervenções geotécnicas tipo que evitassem o agravamento e/ou melhorassem a estabilidade da encosta. As quatro medidas propostas foram: i) a revegetação de taludes (naturais, de



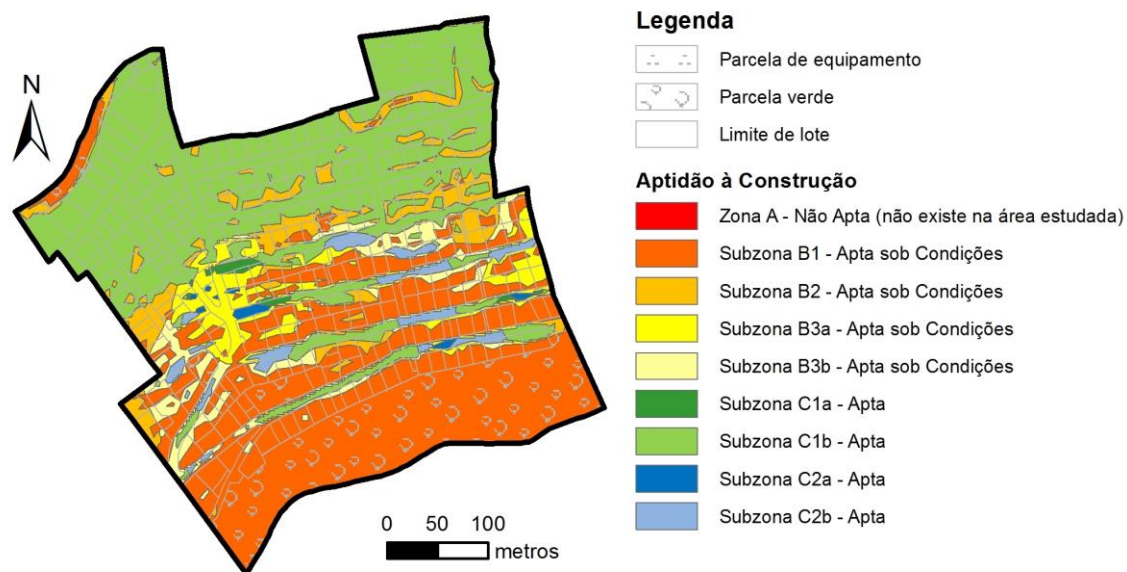


Figura 5 – CApC do BEL (ver Quadro 1)

Quadro 1 – Zonas e subzonas com idêntica aptidão à construção

Zona/Subzona		Nota explicativa	
<b>A - Não Apta</b> (Taludes naturais instáveis)		Zona não apta ao uso do solo no âmbito da prática corrente da engenharia civil, devido à periodicidade de ocorrência dos movimentos de terrenos ou à elevada probabilidade da sua ocorrência, representarem riscos elevados para pessoas e bens.	
B - Apta sob Condições	<b>B1</b> $D > 30\%$	Subzonas aptas ao uso do solo no âmbito da prática corrente da engenharia civil, desde que verificadas as condições que não agravem a perigosidade e o risco associados aos fenómenos geológicos ou a criação de outros. A sua mitigação pode requerer a realização de um estudo geológico-geotécnico em toda a zona, ou numa parte desta, bem como de obras não correntes ou complexas e de custo elevado. As ações antrópicas devem contribuir para a redução da perigosidade e do risco já existentes.	
	<b>B2</b> $15\% < D \leq 30\%$ $FS+FB1 > 5\text{ m}$		
	<b>B3</b> $15\% < D \leq 30\%$ $FS+FB1 \leq 5\text{ m}$		
	<b>B3a</b> $NA_{\text{máx}} \leq 3\text{ m}$	Subzonas aptas ao uso do solo no âmbito da prática corrente da engenharia civil, desde que verificadas as condições que não agravem a perigosidade e o risco associados aos fenómenos geológicos ou a criação de outros. A implementação destas condições necessitará, regra geral, de obras com custo elevado. Os estudos geológico-geotécnicos nestas subzonas podem ser tratados ao nível de um conjunto de lotes, ou mesmo ao nível do lote.	
	<b>B3b</b> $NA_{\text{máx}} > 3\text{ m}$		
C – Apta	<b>C1</b> $D \leq 15\%$ $FS+FB1 > 3\text{ m}$	<b>C1a</b> $NA_{\text{máx}} \leq 1\text{ m}$	Subzonas onde a perigosidade e o risco associados aos fenómenos geológicos são nulos ou de fraca amplitude, pelo que não existem condicionamentos ao uso do solo no âmbito da prática corrente da engenharia civil.
		<b>C1b</b> $NA_{\text{máx}} > 1\text{ m}$	
	<b>C2</b> $D \leq 15\%$ $FS+FB1 \leq 3\text{ m}$	<b>C2a</b> $NA_{\text{máx}} \leq 1\text{ m}$	
		<b>C2b</b> $NA_{\text{máx}} > 1\text{ m}$	

D - Declive.  $NA_{\text{máx}}$  - Nível de água máxima.

aterro ou de escavação); ii) o reperfilamento de taludes; iii) a drenagem das águas superficiais e das subsuperficiais; e iv) as estruturas de contenção. Dado estar-se em ambiente urbano, foi ainda considerada a utilização de técnicas de biocontenção em zonas verdes e em zonas de passeios pedonais.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O conjunto dos trabalhos geotécnicos realizados no Bairro da Encosta da Luz (BEL), permitiram reunir o conhecimento necessário à produção da Carta de Aptidão à Construção (CApC) do bairro. O zonamento da aptidão à construção do BEL baseou-se na hierarquização de quatro fatores geotécnicos e nos requisitos definidos para as classes que os integram, resultando em nove classes com semelhante aptidão à construção. A classificação de cada um dos 287 lotes do bairro, em função da correspondente aptidão à construção, mostrou que cerca de 80% pertencem a duas subzonas: i) 40% dos lotes pertencem à Subzona B1, da Zona B - Apta sob Condições, em que a única condição existente é o declive ser superior a 30%; e ii) 42% dos lotes pertencem à Subzona C1b, da Zona C - Apta, em que as condições existentes são o declive ser inferior ou igual a 15%, a espessura dos terrenos superficiais e descomprimidos ( $N_{SPT} \leq 30$ ) ser superior a 3 m e a profundidade do nível de água máximo ser superior a 1 m.

A CApC é uma ferramenta, que em conjunto com outras, permitirá à Câmara Municipal de Odivelas reverter a Área Urbana de Génese Ilegal (AUGI) do BEL, tendo em vista a aprovação do projeto de Loteamento Urbano e a obtenção do competente Alvará e, assim, legalizar esta AUGI.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Câmara Municipal de Odivelas a permissão para utilizarem e divulgarem os trabalhos realizados para a produção da CApC-BEL, e aos técnicos do Departamento de Gestão e Ordenamento Urbanístico da mesma Câmara toda a colaboração e apoio prestados durante a execução dos trabalhos.

## REFERÊNCIAS

- Gomes Coelho, A. (1980). *A cartografia geotécnica no planeamento regional e urbano. Experiência de aplicação na região de Setúbal*, Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC), Lisboa, Portugal, 157 p.
- LNEC (2018a). *Estudo geológico-geotécnico sobre a aptidão à construção nas encostas da Vertente Sul de Odivelas (Fase II). Revisão da Carta de Suscetibilidade a Movimentos de Terrenos*. Relatório 412/2018 – DG/NGEA, Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC), Lisboa, Portugal, 101 p.
- LNEC (2018b). *Estudo geológico-geotécnico sobre a aptidão à construção nas encostas da Vertente Sul de Odivelas (Fase II): aplicação ao Bairro da Encosta da Luz. Carta de Aptidão à Construção e proposta de medidas geotécnicas tipo*, Relatório 206/2018 – DG/NGEA, Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC), Lisboa, Portugal, 101 p.
- LNEG (2006). *Notícia explicativa da Folha 34-B (Loures)*, 2ª ed., Laboratório Nacional de Energia e Geologia (LNEG), Alfragide, Portugal, 74 p.