

Instituto de Estudos Geográficos
Centro de Estudos Geográficos

Cadernos de Geografia



Nº 21/23 - 2002/04

Faculdade de Letras | Universidade de Coimbra

O problema das instabilizações de taludes em Coimbra

Mário Quinta Ferreira

Universidade de Coimbra
Departamento de Ciências da Terra. mqf@dct.uc.pt

Teresa Quinta Ferreira

Câmara Municipal de Coimbra
Divisão de Estudos e Projectos. Teresa.quinta@cm-coimbra.pt

Resumo

Em Coimbra, as instabilizações de taludes têm sido um problema grave nos últimos anos, em resultado das características geológicas e geotécnicas dos terrenos, da meteorologia, do deficiente dimensionamento dos taludes ou da má construção. Nos aterros não é muitas vezes feita a adequada preparação da fundação, nem o controle de construção, sendo os solos de aterro frequentemente despejados, ficando num estado muito solto. Nas escavações não são muitas vezes consideradas as características geológicas e geotécnicas relevantes para a estabilidade, nem tomadas as medidas de suporte adequadas. É pois imperioso definir as situações de projecto e de obra que devem contemplar um projecto de estabilidade de taludes. Quanto aos depósitos de restos de construções há necessidade de criar um aterro controlado para os receber. O novo Regulamento Municipal de Urbanização e Edificação de Coimbra já contempla muitas das preocupações apresentadas.

Palavras chave: Taludes. Instabilização. Coimbra.

Résumé

Le problème des instabilisations de pentes à Coimbra

Les instabilisations de pentes à Coimbra sont un problème grave, avec de grands coûts dans les dernières années. Pour ce problème ont contribué les conditions géologiques et géotechniques des terrains, la météorologie, le dimensionnement insuffisant et aussi la mauvaise construction. Les sols sont souvent versés dans les pentes, restant lâches, sans préparation de la fondation, ni control de la construction. Dans les excavations les caractéristiques géologiques et géotechniques importantes pour la stabilité ne sont pas considérées. Il est urgent préparer des règlements établissant les situations de projet et de construction qui devront contempler un projet de stabilisation de pentes. Dans ce qui concerne aux dépôts de restes de construction il y a la nécessité de créer un remblais contrôlé pour les recevoir. La nouvelle réglementation de Urbanisation et Édification de Coimbra, traitera beaucoup des problèmes présentées.

Mots clé: Talus. Déstabilisation. Coimbra.

Abstract

The of problem Landslides in slopes of the city of Coimbra

In the area of Coimbra the landslides are an important problem, due to the high costs spent by the Municipality in the last years. The analysis of several cases of landslides occurred in excavated slopes and in embankments shows that, for this problem have contributed the geological and geotechnical characteristics of the terrains, the meteorology, the deficient dimensioning or its absence, together with a bad construction and the lack of construction control. The landslides occur essentially in embankments, in superficial soils and on excavation slopes of high height. Frequently the embankments are dumped, acquiring a loose state, without an appropriate preparation of the foundation. In the excavation slopes the necessary measures to maintain its stability in function of its height, inclination and characteristics of the slope materials are not taken. It becomes necessary overcome the existent gaps in the ambit of the urban licensing and control of the Municipality of Coimbra, as a way to control or reduce the situations that can trigger landslide processes. It is imperious to define the situations of project and construction that should have a project of slope stability executed by a specialized technician. Concerning the dumping of constructions wastes, the Municipality needs to create a controlled landfill operated with a specific project. The new regulation of Urbanization and Construction of Coimbra already contemplate many of the presented concerns.

Key-words: Slopes. Destabilization. Coimbra.

1. Introdução

Os problemas de instabilização de taludes no espaço urbano, com que o município de Coimbra se tem confrontado nos últimos anos, são de grande importância. Este trabalho tem como objectivo proceder à avaliação e análise de diversos problemas relacionados com a instabilidade de taludes, de modo a sensibilizar os intervenientes na resolução das situações existentes e na prevenção de ocorrências futuras.

Grande parte da cidade de Coimbra está implantada numa zona de topografia acidentada em resultado de acções da tectónica e da geodinâmica externa sobre os materiais geológicos. Resumidamente, podemos dizer que de Este para Oeste encontramos os materiais xistentos do Proterozóico superior no limite da cidade, a que se sobrepõem estratigraficamente os Grés de Silves, do Triásico, e os materiais carbonatados do Jurássico. Diversos depósitos pós jurássicos e os solos superficiais de alteração cobrem as formações anteriormente referidas.

A utilização do espaço urbano disponível leva, em muitos casos, à execução de plataformas de escavação e de aterro, originando alterações na topografia, nomeadamente, no perfil das vertentes. É frequente a criação de taludes com elevada altura e com declives acentuados executados sem um projecto adequado, vindo posteriormente a sofrer problemas de instabilização.

Mesmo quando as instabilizações ocorrem em terrenos particulares, pode a Câmara Municipal de Coimbra (CMC) acabar por intervir, ao abrigo do Regime Jurídico da Urbanização e Edificação (RJUE, 1999), que refere na secção IV - nº 2:

"...a câmara municipal pode a todo o tempo, oficiosamente ou a requerimento de qualquer interessado, determinar a execução de obras de conservação necessárias à correcção de más condições de segurança ou salubridade."

Os custos para a CMC podem considerar-se de três tipos: - Custos de análise das reclamações apresentadas, independentemente das obras de reparação serem ou não da responsabilidade da CMC; - Custos inerentes à escolha de soluções nas intervenções da responsabilidade da CMC; - Custos relativos à execução das obras de estabilização executadas pela CMC.

Nos últimos três anos, os custos da execução das obras de estabilização de taludes, efectuadas pela CMC, ultrapassaram os cinco milhões de euros. Para além dos elevados prejuízos materiais para o Município, há ainda a considerar os enormes prejuízos e transtornos causados às populações.

2. Alguns exemplos de instabilizações

De entre as muitas ocorrências de instabilizações de taludes seleccionaram-se alguns exemplos.

Três instabilizações ocorridas em terrenos municipais provenientes de áreas de cedência (FERRÃO, 2002; QUINTA FERREIRA *et al.*, 2003): - encosta da Rua José Castilho (Quinta da Maia)/Rua António Jardim; - encosta entre a Rua Miguel Torga e a CCRC (Cídral); - encosta da Urbanização de S. Domingos (Celas). O estudo destes três casos foi elaborado por solicitação do Departamento de Obras Municipais da CMC.

Apresentam-se mais quatro exemplos de instabilizações, de entre os muitos que ocorreram no espaço urbano (QUINTA FERREIRA, M. e QUINTA FERREIRA, T., 2003): - Avenida Elísio de Moura; - Alameda da Conchada; - Rua Machado de Castro; - Estrada de Coselhas/Casa do Sal. De entre estes quatro exemplos apenas o da Avenida Elísio de Moura e o da parte superior da Alameda da Conchada ocorreram em terrenos municipais.

São também referidos dois casos de aterros de despejos de solos, um localizado entre o Clube Recreativo da Conchada e o Cemitério e o outro na Calçada do Gato, que em nosso entender constituem motivo de preocupação, face ao risco potencial de instabilização que apresentam.

Aborda-se ainda o problema dos despejos de restos de construções em taludes e as suas implicações na ocorrência de instabilizações.

2.1. Encosta da Rua José Castilho (Qt^a da Maia)/Rua António Jardim

Foram analisados os taludes de escavação nas traseiras das construções à cota da Rua José Castilho (Figura 1) na sequência das reclamações dos moradores, que apontavam vários indícios de instabilização. Para além do estudo de campo, foram executados quatro perfis transversais, indicados na Figura 1. Com o auxílio dos levantamentos aerofotogramétricos, anteriores e posteriores aos trabalhos de terraplanagem, foi possível quantificar as principais modificações topográficas introduzidas e que se podem visualizar nas Figuras 2 a 4. A litologia da área analisada é o Grés de Silves, tendo sido identificadas três zonas indicadas na Figura 1, cujas principais características se apresentam de seguida.

Zona 1: talude de escavação no grés, com acentuada inclinação, coberto com geotêxtil e com a base do talude muito próximo das construções. Junto ao perfil AA' (Figuras 2 e 3) a base do talude chega a ficar a cerca de 1 m da construção, apresen-

tando problemas de segurança e um impacto visual bastante negativo. Verificou-se também que o sistema de drenagem no coroamento do talude foi mal executado.

Zona 2: talude de escavação no grés, quase sempre vertical, atingindo alturas de 12 metros. No perfil CC' (Figura 4) o corte é vertical e ronda os 10 m, estando encostado ao logradouro do prédio, havendo enorme risco de acidente pois o desprendimento e a queda de blocos ou solos, põem em causa a segurança. No topo do talude não há qualquer sistema de drenagem. A zona apresenta um impacto visual muito negativo.

Zona 3: reduzida altura de escavação nos solos superficiais apresentando indícios de movimentos superficiais de fluência.

Procurando caracterizar o solo instabilizado ou susceptível de ocasionar maiores problemas, recolheram-se amostras que foram ensaiadas no laboratório. Os resultados dos ensaios de laboratório mostram tratar-se de um solo com 8% de finos, não plástico e pouco expansivo, com um valor do azul de metileno (VBS) de 0,09. No ensaio de compactação Proctor, a baridade seca máxima obtida foi de 21,0 kN/m³ com um teor em água óptimo de 9,1%. O solo é do grupo GM (seixo com silte) pela classificação unificada, do grupo A-1-b(0) (fundação para pavimentos excelente a boa) pela classificação AASHTO e do tipo D2 (areia insensível à água) pela classificação LCP/SETRA.

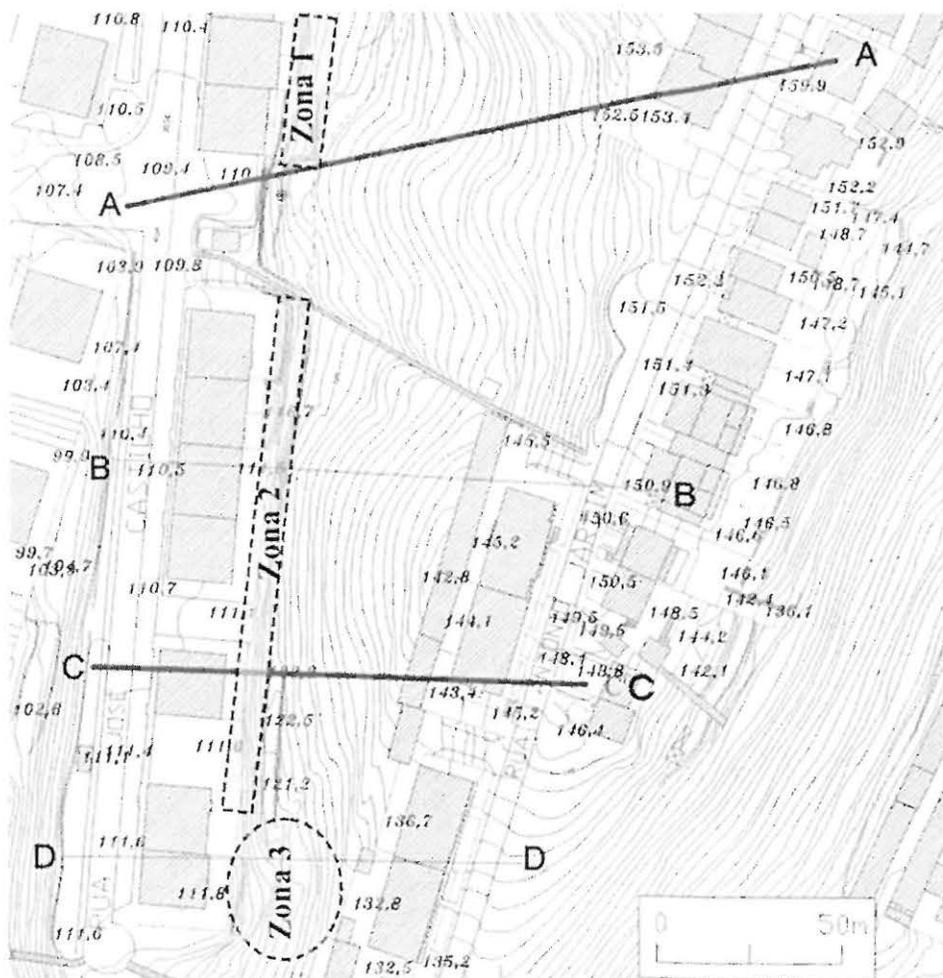


Figura 1

Planta da encosta entre a Rua José Castilho e a Rua António Jardim, com indicação dos perfis topográficos efectuados e das três zonas identificadas: Zona 1 - talude com acentuada inclinação muito próximo dos edifícios; Zona 2 - talude de escavação alto, muito íngreme e com queda de blocos; Zona 3 - área com indícios de fluência dos solos.

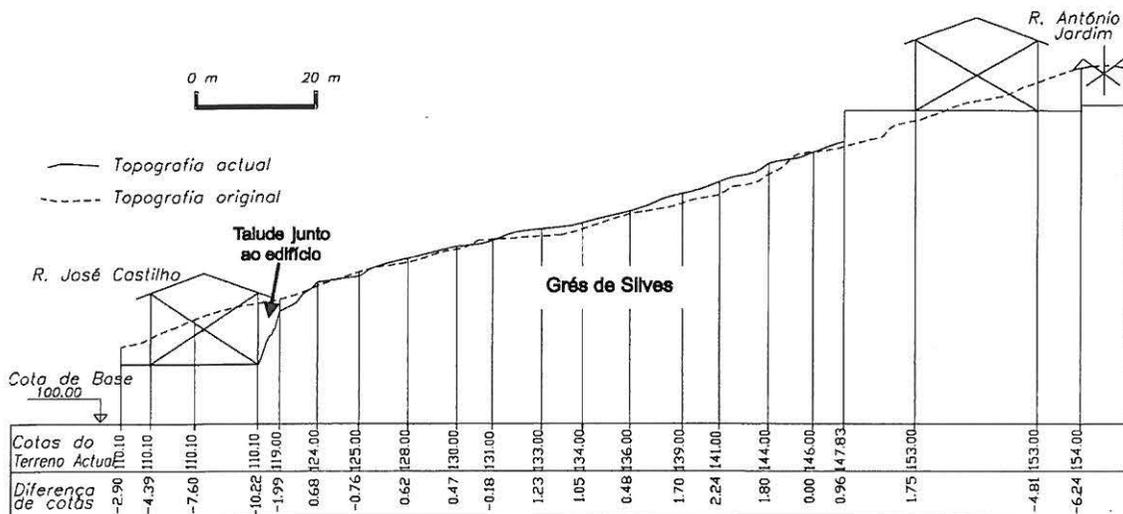


Figura 2
Perfil topográfico AA' da encosta entre a Rua António Jardim e a Rua José Castilho, representativo da zona 1.



Figura 3
Vista do talude de escavação, junto ao perfil AA' (zona 1), que se encontra protegido com um geotêxtil.

As soluções de estabilização preconizadas, ainda a aguardar execução, variaram consoante o local considerado, indo desde a drenagem e redução da

inclinação do talude de escavação nos solos, até à colocação de redes de protecção contra a queda de pedras nos taludes mais altos e quase verticais no Grés de Silves, ou à construção de um muro de espera na base do talude, em betão armado, com caixa de retenção no tardo.

2.2. Encosta entre a Rua Miguel Torga e a CCRC

Na Rua Miguel Torga (Figura 5) ocorreu a queda de solos do topo do talude que faz a separação do logradouro do prédio com os terrenos da Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Centro (CCRC) (Figuras 6 e 7). A acumulação de solos caídos e de água provocou o derrube do muro de alvenaria de blocos, com 2m de altura, existente na base do talude e que não possuía drenagem no tardo. De referir a existência de uma mina de água junto à zona instabilizada.

As principais características do local são: - prédios à cota da Rua Miguel Torga; - coroamento do talude 10 a 15m acima, à cota do edifício da CCRC; - plataforma ajardinada da CCRC executada com material de aterro; - aterros com 4 a 5m de altura e declives agressivos (de 50° a 80°), executados no cimo do talude de escavação.

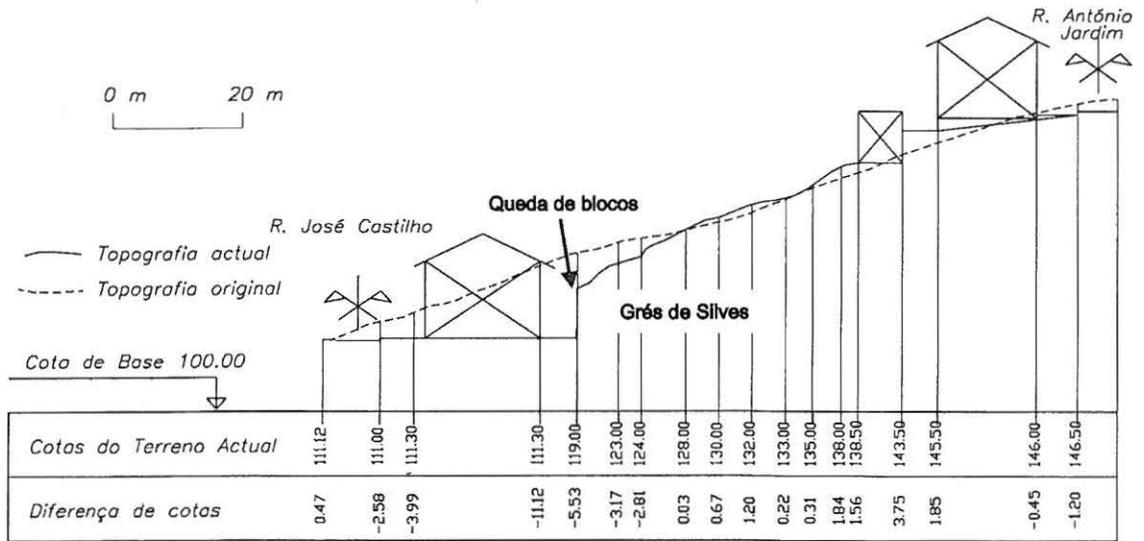


Figura 4
Perfil topográfico CC', na zona da Figura 1, da encosta entre a Rua António Jardim e a Rua José Castilho.

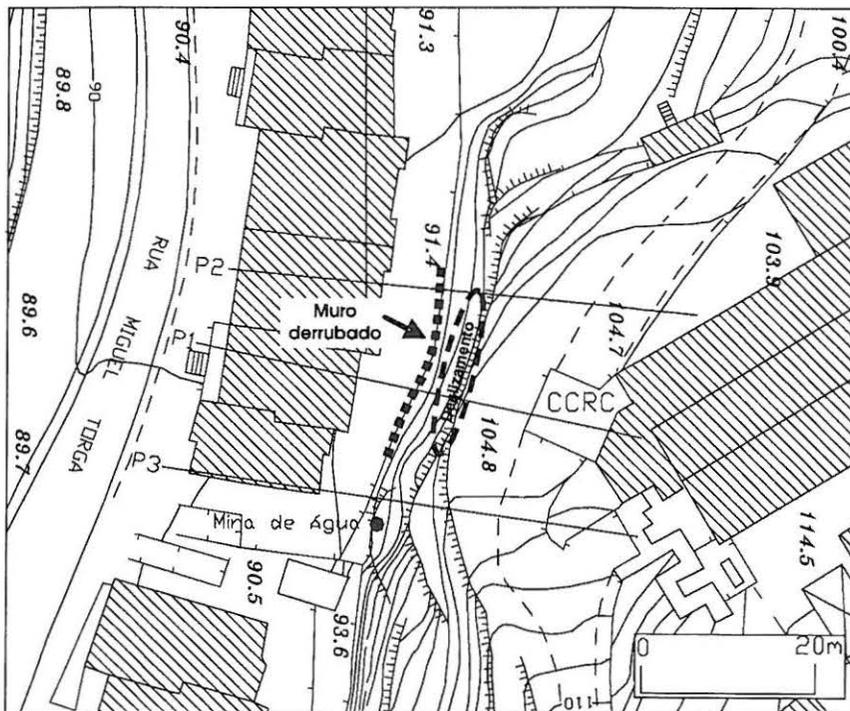


Figura 5
Planta da vertente entre a Rua Miguel Torga e a CCRC.

A sobreposição da topografia original e actual, apresentada na Figura 6, permitiu verificar que foi efectuada uma escavação com elevada inclinação, no cimo da qual se executou um aterro, com cerca de 4m, também com um talude íngreme (Figuras 6 e 7).

Na bordadura exterior do jardim existente no coroamento do talude foi construída uma caleira em betão acima do terreno, que nada veio acrescentar à estabilização do talude pois não permitia efectuar qualquer drenagem.

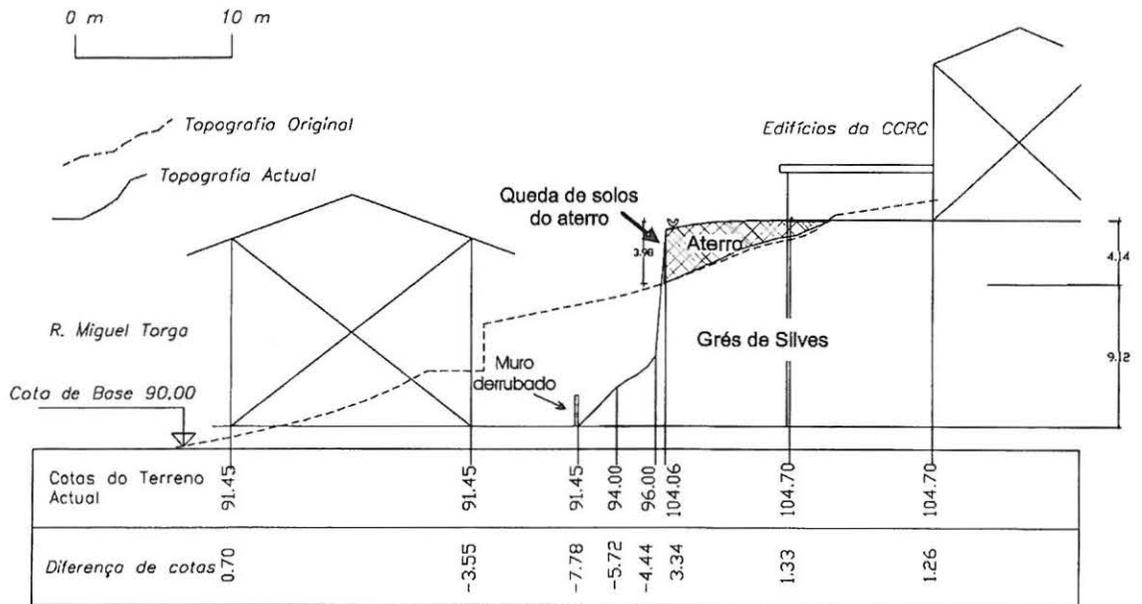


Figura 6
Perfil topográfico P1 da encosta entre a Rua Miguel Torga e a CCRC.



Figura 7
Vista do talude entre a Rua Miguel Torga e a CCRC.

Foram recolhidas amostras dos solos instabilizados tendo os resultados dos ensaios de laboratório mostrado tratar-se de um solo com 13% de finos, não plástico, com um valor do azul de metileno (VBS) de 0,12g/100g de solo, e pouco expansivo. No ensaio de compactação Proctor, obteve-se uma baridade seca máxima de 20,5 kN/m³, com um teor em água óptimo de 7,5%. Quanto à classificação, o solo é do grupo SM (areia siltsosa) pela classificação unificada, do grupo A-1-b(0) (fundação para pavimentos excelente a boa) pela classificação AASHTO e do tipo B3 (areia siltsosa) pela classificação LCP/SETRA. O ensaio de corte directo forneceu um ângulo de atrito de 43° e uma coesão de 6 kN/m².

Pela interpretação dos resultados, podemos concluir que os solos instabilizados apresentam boas características geotécnicas, quer como material de aterro, quer, em particular, no que se refere à resistência ao corte, pelo que a rotura terá ocorrido por se terem construído taludes demasiado íngremes.

Quanto às soluções para a estabilização do talude preconiza-se a construção de um muro de espera em betão na sua base, adequadamente drenado e com caixa de retenção no tardo. No topo do

talude, há necessidade de reperfilar os solos do aterro, diminuindo a inclinação para valores próximos de 1V:1,5H (cerca de 33°). Em alternativa, poderia ser colocado um muro gabião exterior, com cerca de 4m de altura, com a fundação no topo dos grés, o que permitiria adoptar declives mais agressivos que os anteriormente sugeridos, apresentando no entanto um custo cerca de três vezes mais elevado (FERRÃO, 2002).

2.3. Encosta da Urbanização de S. Domingos (Celas)

A Urbanização de S. Domingos encontra-se implantada no coroamento de um talude, com a base 30m abaixo e uma inclinação entre 10° e 40° (Figuras 8 e 9). Para a execução da urbanização foi realizado um aterro, com 4 a 6m de altura no cimo da encosta, o que veio aumentar o declive original. Esta observação foi confirmada pela comparação entre o perfil do terreno natural anteriormente à execução dos aterros e a topografia actual, conforme consta do perfil P1 que se apresenta na Figura 9.

Recentemente, verificaram-se assentamentos nos aterros, afectando o sistema de drenagem e deteriorando o pavimento (Figura 10).

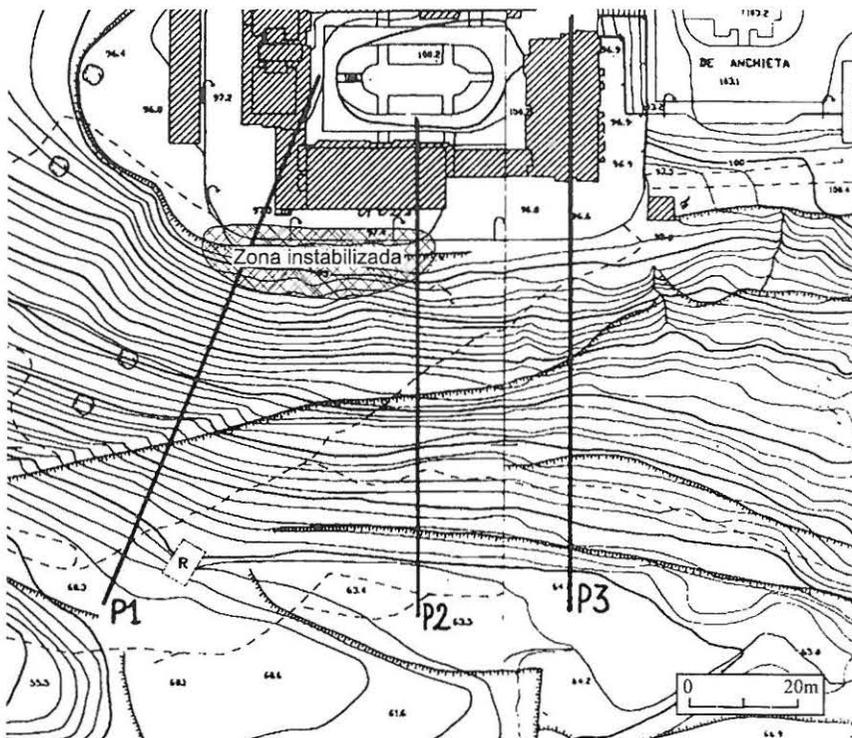


Figura 8
Planta da Urbanização de S. Domingos, com indicação dos perfis topográficos efectuados.

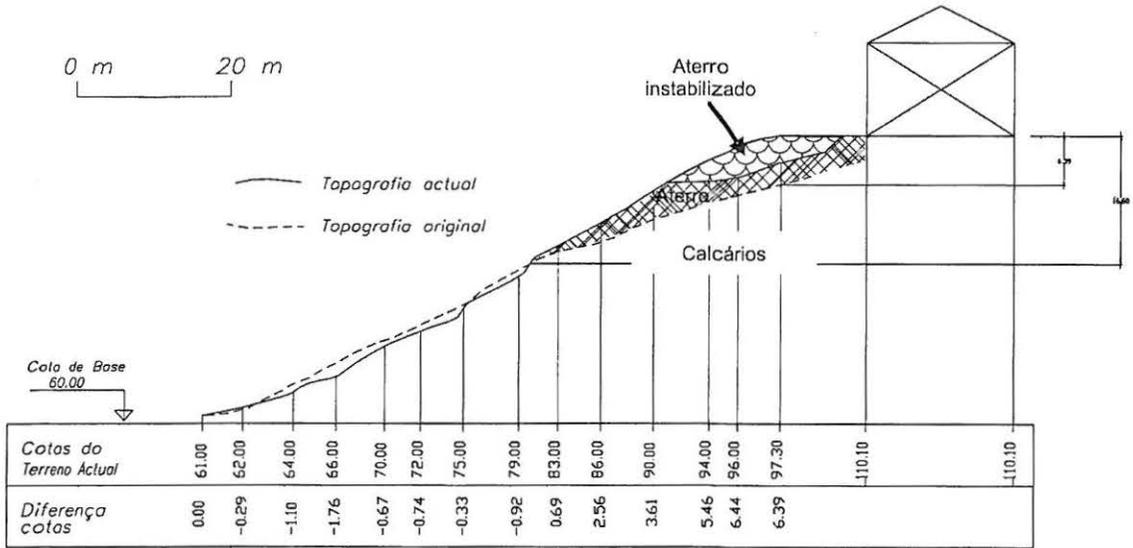


Figura 9
Perfil P1 da Urbanização de S. Domingos.

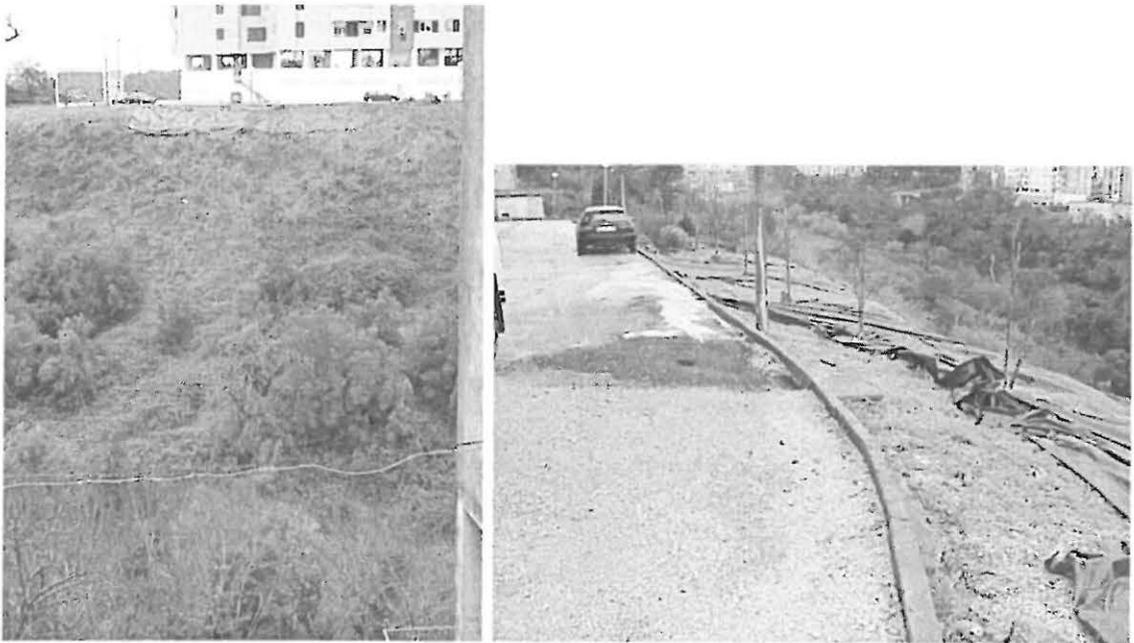


Figura 10
Vista da encosta da Urbanização de S. Domingos e da deterioração do pavimento em 2001.

Pela análise das condições locais, consideramos que a instabilização resultou da deformação dos aterros devido à molhagem e às sobrecargas, provavelmente agravada por uma deficiente compactação durante a colocação dos solos. A deformação dos

aterros permitiu a fissuração dos colectores pluviais, facilitando as infiltrações e aumentando os problemas de instabilização. Para solucionar esta instabilização será necessário reparar os colectores pluviais fissurados, reconstruir superficialmente o aterro

utilizando compactação adequada e repor o pavimento.

2.4 - Avenida Elísio de Moura

A instabilização da Avenida Elísio de Moura não podia deixar de ser referida, dada a sua dimensão e as repercussões que teve.

Esta instabilização ocorreu a 27 de Dezembro de 2000, na encosta entre a Rua António Jardim e a Avenida Elísio de Moura. Na foto da Figura 11, datada de 1983, podemos visualizar o talude de aterro que veio a instabilizar, situado entre a Rua António Jardim, no cimo, e a Avenida Elísio de Moura, na base. É visível, ainda numa fase inicial de construção, o prédio que veio a sofrer danos estruturais.

Chama-se especial atenção para o enorme volume de solos que deslizou (Figura 12), tendo

destruído por completo dezenas de garagens do prédio da Av. Elísio de Moura, e provocado danos estruturais nos dois primeiros pisos do edifício (Figura 13). Os solos instabilizados foram essencialmente os resultantes das escavações nos Grés de Silves e que foram despejados no cimo da colina, tendo também sido afectados os solos naturais subjacentes constituídos por terra vegetal e depósitos de vertente deixados *in situ*. Os aterros foram simplesmente despejados sobre os depósitos de vertente de baixa resistência mecânica, sem qualquer compactação e sem a preparação adequada da fundação.

Os resultados apresentados em QUINTA FERREIRA, *et al.* (2002) confirmam que, quando ocorreu a instabilização, os solos estavam saturados e que o início da rotura terá sido profundo, intersectando os aterros e os depósitos de vertente. Uma vez iniciados os movimentos de instabilização, ocorreu a liquefacção dos aterros nas zonas com maior espessura. Os

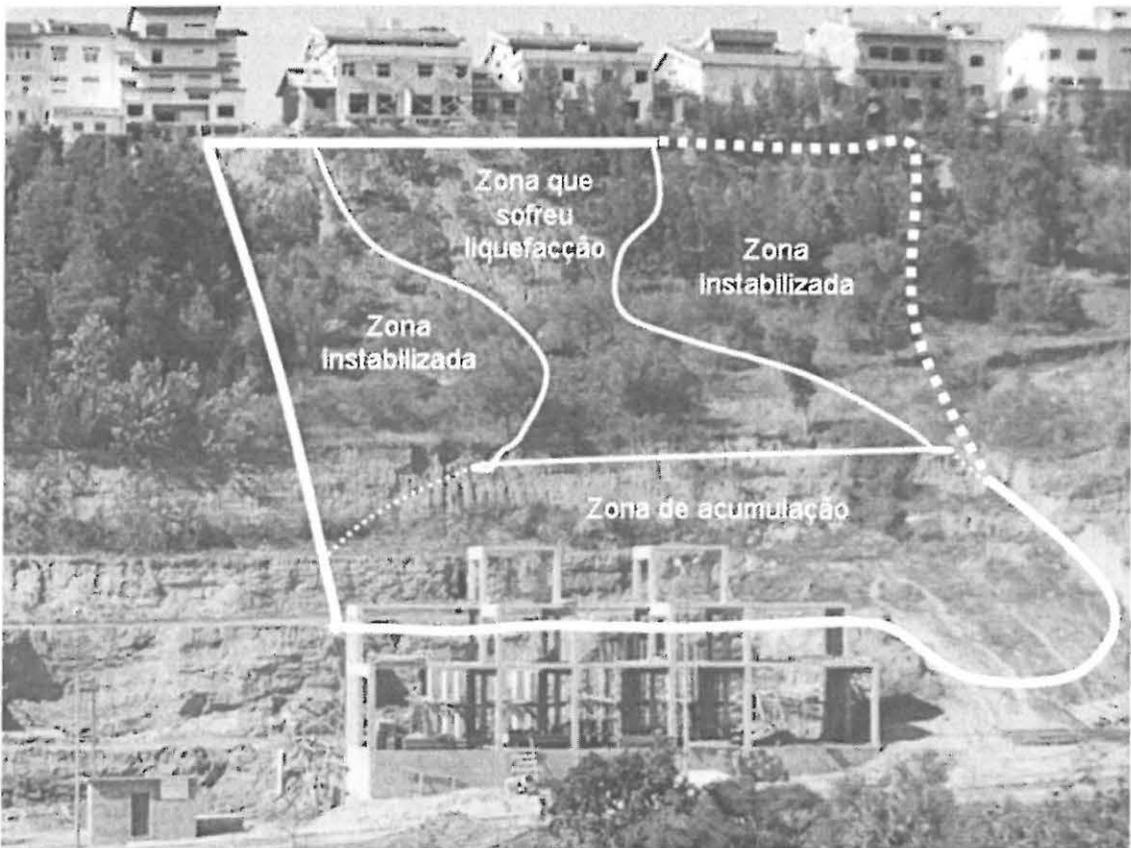


Figura 11

Vista da encosta entre a Rua António Jardim e a Avenida Elísio de Moura, datada de 1983, onde são visíveis as escavações e os aterros então realizados. Sobre a fotografia foi desenhado o zonamento da instabilização ocorrida a 27 de Dezembro de 2000 (foto cedida pelo Dr. Fernando Gomes da Silva).



Figura 12
Vista geral da instabilização da Av. Elísio de Moura, tendo ficado visíveis as estacas moldadas executadas através do aterro em 1998 e que sustentaram os terrenos nos logradouros das vivendas.

solos liquefeitos deslocaram-se ao longo do talude e vieram a acumular-se de encontro ao edifício na base (Figuras 11, 12 e 13). A cortina de estacas ancoradas, construída em 1998 e visível na Figura 12, reduziu em muito o volume de solos que sofreram instabilização, o que diminuiu os danos.

Os aspectos mais específicos relativos a esta instabilização, que não são aqui tratados, poderão ser consultados noutros trabalhos de que destacamos LEMOS *et al.* (2001); LOURENÇO *et al.* (2001); LEMOS (2002); QUINTA FERREIRA *et al.* (2002).

2.5. Alameda da Conchada

O deslizamento ocorrido na Alameda da Conchada afectou a zona compreendida entre o passeio oeste da Alameda, suportado por um muro localizado no cimo da instabilização, e o muro de suporte em betão na base da vertente deslizada, junto a um arruamento (Figura 14). O muro superior suportava os solos do aterro constituídos essencialmente por depósitos vermelhos da Conchada e utilizados para a construção do passeio, sobrecarregando a crista da instabilização. O muro inferior em betão suportava os solos superficiais da vertente, no pé do talude, após a escavação da base para abertura do arruamento.



Figura 13
Danos no edifício e garagens na Av. Elísio de Moura: a) no dia seguinte à instabilização (28 de Dezembro de 2000); b) após a reabilitação da estrutura, decorrido um ano.



Figura 14

Deslizamento da Alameda da Conchada: a) aspecto no coroamento da instabilização com a rotura do muro de suporte do passeio; b) vista do pé do deslizamento com o muro à cota da base derrubado.

Esta instabilização, apesar de ter ocorrido no inverno de 2000-2001, só foi objecto de intervenção em 2004, quando da realização de obras particulares no terreno. Esta situação resulta do facto de a reconstrução do muro de coroamento e a reposição do passeio depender da reconstrução do muro de suporte na base da instabilização (Figura 14b) que não é da responsabilidade da Câmara, por ter ocorrido em terreno particular.

2.6. Rua Machado de Castro

Na rua Machado de Castro ocorreu a queda de um muro existente no tardo das garagens, tendo destruído por completo várias garagens, bem como os bens que aí se encontravam (Figura 15).



Figura 15

Queda de muro de blocos com função inadequada de muro de suporte, nas traseiras dos números 100 e 104 da Rua Machado de Castro.

Esta instabilização, embora ocorrendo em terrenos particulares, obrigou, no entanto, à mobilização de técnicos por parte da CMC, via Protecção Civil.

No tardoz do muro, na zona instabilizada, os terrenos são constituídos essencialmente por pelitos, do topo das Camadas de Pereiros, na transição para as bancadas carbonatadas das Camadas de Coimbra. Como os pelitos são extremamente evolutivos e perdem coesão devido à molhagem, acabaram por exercer pressões crescentes no muro, tendo levado à sua rotura.

Há que realçar que o muro de blocos utilizado para suportar um talude de escavação vertical, com altura variável entre cerca de 5 e 10 metros, não poderia suportar os impulsos transmitidos pelo terreno. A zona à esquerda da instabilização foi menos afectada, pois que o talude foi escavado essencialmente em rocha calcária.

2.7. Estrada de Coselhas/Casa do Sal

Para a implantação de edifícios de pequeno porte foi executado um grande talude de escavação, que veio a apresentar graves problemas de instabilidade, quer durante a escavação (Figura 16a), quer já na fase de construção. Importa chamar a atenção para a desproporção entre o volume escavado e o volume construído, originando uma enorme cicatriz na paisagem urbana (Figura 16b).

A situação actual, após a execução de um extenso projecto de estabilização do talude, mostra ainda alguns problemas de instabilidade superficial, em particular dos solos de cobertura no cimo da esca-

vação, tal como se pode observar aquando de chuvas intensas.

As principais causas das diversas fases de instabilização ocorridas podem ser atribuídas às características naturais dos terrenos escavados e às soluções construtivas adoptadas.

Quanto às características naturais dos terrenos escavados, foi a sequência estratigráfica a principal condicionante da ocorrência das instabilizações. No local (Figura 16a) encontram-se inferiormente os materiais pelíticos, siltes e argilas de cor essencialmente acinzentada, das Camadas de Pereiros (topo dos grés de Silves). Por cima encontram-se os calcários dolomíticos amarelados das Camadas de Coimbra. A estrutura mergulha suavemente para oeste. Os pelitos, quando *in situ* e sem descompressão, comportam-se como uma rocha branda, evoluindo rapidamente para um solo, ou mesmo uma lama, quando descomprimidos e em presença da água.

A execução da escavação veio descomprimir superficialmente os pelitos, expondo-os aos agentes de meteorização e às variações de humidade o que permitiu a degradação das suas propriedades mecânicas com a perda da sua capacidade de suporte e a rotura do talude, arrastando os calcários existentes no topo. Este processo regenerava-se sempre que novas superfícies dos pelitos eram expostas ou descomprimidas, tendo originado vários episódios de instabilização. A escavação realizada para a construção das caves dos edifícios, que afectou essencialmente os pelitos, tendo sido efectuada no início do inverno e tendo permanecido inundada durante alguns meses, veio agravar o processo descrito, aumentando as consequências dos mecanismos de instabilização existentes.

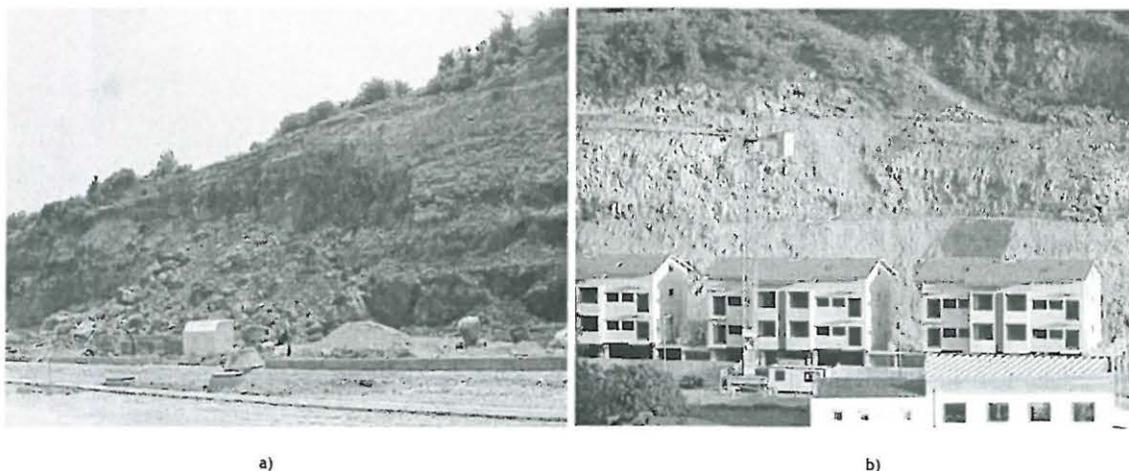


Figura 16

Aspectos do talude de escavação na Casa do Sal executado para a implantação de edifícios de pequeno porte: a) aspecto do talude de escavação numa fase em que ocorreu um deslizamento; b) desproporção entre o volume escavado e o volume construído.

2.8. Despejos de solos

Os despejos de solos em taludes acabam por criar, em alguns casos, situações com elevado potencial de instabilização, de que passamos a apresentar dois exemplos.

Entre o Clube Recreativo da Conchada e o Cemitério (Figura 17a), foi crescendo ao longo dos anos um aterro resultante do despejo sucessivo de terras e entulhos, o que ainda hoje se verifica. Estes despejos permitiram a criação da plataforma onde está implantado um campo de jogos, a oeste do Clube. Os materiais foram despejados sobre um vale assimétrico, com a vertente do lado do cemitério (Oeste), essencialmente calcária, mais íngreme, e do lado do Centro Recreativo (Este), com terrenos essencialmente silto-argilosos, mais suave. O enchimento do vale com despejos de solos atingindo cerca de 20m de altura, bloqueou a linha de água anteriormente existente, o que em condições de elevada pluviosidade acumulada pode criar condições propícias à instabilização. Caso tal aconteça poderão movimentar-se grandes volumes de solos dos despejos, que poderão deslocar-se até à base do talude, podendo vir a afectar edifícios na Estrada de Coselhas.

Um outro exemplo actual, que se encontra em execução, é o despejo de solos na linha de água da Calçada do Gato, a norte da Igreja de Santo António dos Olivais. A elevada inclinação do terreno e a enorme altura dos solos aí despejados sem que sejam utilizados os procedimentos geotécnicos de compactação e drenagem adequados, levantam sérias dúvidas acerca da estabilidade futura desta enorme massa

(Figura 17b). Em períodos de pluviosidade intensa e persistente são observáveis cicatrizes de deslizamento na face do talude e a acumulação de solos instabilizados na sua base.

Nos dois casos referidos, estão a ser criadas situações propícias à ocorrência de grandes instabilizações no espaço urbano, à semelhança do ocorrido na Av. Elísio de Moura. A situação crítica poderá ocorrer no futuro, quando se verificarem precipitações elevadas e persistentes, tal como aconteceu no inverno de 2000/2001. As entidades municipais deveriam tomar atempadamente medidas de modo a evitar a repetição dos problemas já ocorridos no passado, que acarretam elevadas perdas e danos.

2.9. Restos de construções em taludes

O controlo do depósito indiscriminado dos produtos resultantes das actividades da construção é um problema grave com que se depara o município (Figura 18).

A ausência de locais municipais de vazadouro faz com que os restos de construções e de demolições sejam indiscriminadamente abandonados nos taludes de estrada, nas bermas das vias, bem como nos mais diversos locais. Tal situação gera, entre outros problemas, o agravamento dos riscos de instabilização dos taludes, impactes visuais extremamente negativos e contaminação dos solos e das águas.

É mesmo frequente que o alargamento das vias municipais ou a correcção do seu traçado acabem por se realizar utilizando o espaço criado com os despejos de restos de construções nos taludes e nas bermas. Mais tarde, acabam por surgir graves pro-

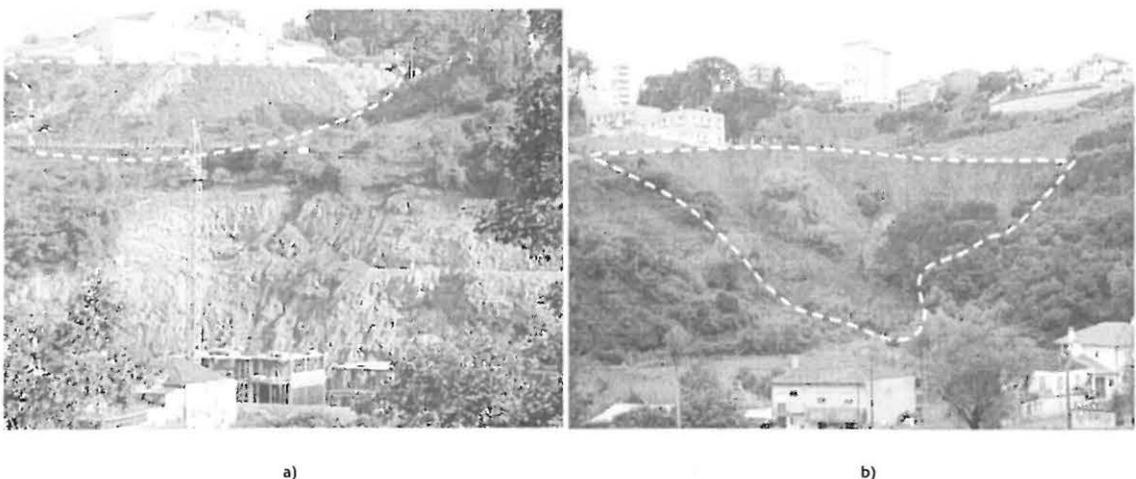


Figura 17

Alguns aspectos de despejos de solos (delimitados a tracejado): a) entre o Clube Recreativo da Conchada e o Cemitério; b) na Calçada do Gato, visto a partir da base.



Figura 18
Depósitos de restos de construções em talude nas Carvalhosas.

blemas de instabilização, tal como se verificou, por exemplo, na estrada da Boiça, na Tremoa, na Tapada de Ceira, etc.

Mas não basta proibir, é necessário apresentar alternativas. O Município, só ou em associação, deveria possuir um aterro controlado para restos de construções, explorado e gerido de acordo com um projecto para aterro de inertes de construção.

É urgente aplicar regras claras e credíveis, definindo os locais de vazadouro, quando do licenciamento das obras. O local de recepção de restos de construções deverá ser adequadamente localizado e do conhecimento dos munícipes, competindo ao Município incentivar a sua utilização, reforçar a fiscalização e penalizar os infractores.

3. Propostas de actuação e medidas preventivas

No que se refere às escavações, são frequentes as situações em que as inclinações e as alturas dos

taludes criados não atendem às características geológicas e geotécnicas dos terrenos, sendo também descurados os procedimentos de estabilização necessários para garantir a segurança.

No que se refere aos taludes de aterro, que em grande número de casos podemos designar mais correctamente por despejos de solos, no geral não é feita a preparação adequada da fundação de modo a permitir uma boa ligação aos terrenos *in situ*: - não se efectua a decapagem nem a remoção dos solos superficiais de má qualidade e de baixa resistência; - não se efectua o endentamento da fundação; - não se efectua a drenagem necessária. Quanto à colocação dos materiais nos aterros os problemas são numerosos. Muitas vezes, os terrenos escavados e reutilizados na execução de aterros, são colocados sem qualquer critério de qualidade, sem os procedimentos de colocação e de compactação adequados e sem o controlo de construção. Os aterros despejados ou sem compactação adequada encontram-se num estado solto, propício à ocorrência de instabilizações.

As precipitações elevadas e persistentes, acima dos valores normais, que podem ocorrer especialmente no Inverno, são o principal factor que desencadeia as instabilizações em vertentes que, pelas suas características naturais conjugadas com a acção do Homem, se apresentam mais vulneráveis.

Os prejuízos e incómodos decorrentes das instabilizações de taludes podem ser minorados, assegurando que, desde os estudos de viabilidade até à fase de projecto, sejam observados os requisitos exigidos pela boa prática geotécnica, e que posteriormente sejam executados em obra.

Mais recentemente passou a ser exigido que todas as construções sejam precedidas de um estudo sumário de caracterização geológica, hidrogeológica e geotécnica dos terrenos e da estrutura e constituição do solo e do subsolo, que interessem à obra. Em função da complexidade da obra poderá ainda ser exigido um projecto geológico, hidrogeológico e geotécnico com a caracterização do solo e do subsolo, adequado à volumetria da terraplanagem ou pedraplanagem, à altura, extensão e morfologia de escavação ou aterro e às inclinações previstas para os taludes (RMUE, 2004).

Torna-se imperioso definir claramente as situações de projecto e/ou obra que deverão contemplar projecto específico de estabilidade de taludes. A apreciação dos estudos geológicos e do projecto associado, anteriormente referidos, deverá ser efectuada por técnicos com formação específica. Quanto à execução dos projectos geotécnicos e de estabilização, caberá aqui um papel importante à fiscalização que deverá possuir formação técnica e sensibilização adequada de modo a verificar da sua correcta aplicação.

Como medidas a implementar consideramos necessário a exigência de apresentação dos seguintes elementos, aquando do processo de licenciamento:

- a) - estudo geológico e geotécnico, efectuado por técnico da especialidade;
- b) - projecto de estabilidade de taludes em função das condições geológicas e geotécnicas, contemplando a modelação e construção dos taludes de escavação ou de aterro, adequadas às condições de estabilidade a curto e a longo prazo, à altura, à drenagem e ao enquadramento e tratamento paisagístico;
- c) - afastamento adequado das construções aos taludes de escavação e de aterro;
- d) - obrigatoriedade de entrega das telas finais relativas aos trabalhos de escavação ou de aterro, juntamente com as restantes especialidades, para se poderem averiguar os desvios verificados em obra, permitindo uma intervenção mais adequada no futuro, em caso de deficiente comportamento.

É igualmente importante equacionar estes problemas para obras já licenciadas, mas ainda a aguardar início, ou mesmo já em fase de execução, e que inspirem cuidados especiais desta natureza, por forma a serem tomadas medidas correctivas capazes de evitarem novas instabilizações.

Para evitar a repetição de situações de instabilização em taludes é necessário a adopção de medidas eficientes, e ainda que estas questões constituam assunto de reflexão e de mudança de atitudes.

4. Considerações Finais

Procuraram-se avaliar as principais causas e consequências do elevado número de instabilizações e da sua grande importância no espaço urbano de Coimbra.

Este tipo de problemas afecta essencialmente os aterros, os solos superficiais e os taludes de escavação de elevada altura que, possuindo condições geológicas e geotécnicas particulares, não foram executados com as condições necessárias à sua estabilidade.

Para além dos mecanismos naturais de instabilização dos taludes e das precipitações excepcionais, que funcionam como detonador das instabilizações, parece ter havido lacunas no âmbito dos procedimentos de licenciamento urbanístico que não permitiram controlar a criação de situações favoráveis à ocorrência de instabilizações.

É pois do maior interesse que a CMC aplique com rigor o novo Regulamento Municipal de Urbanização e Edificação de Coimbra (RMUE, 2004) pois que já contempla a obrigatoriedade de estudo e análise das condições geológicas, hidrogeológicas e geotécnicas que estão na origem da maioria das instabilizações. As situações mais complexas deverão contemplar projecto específico de estabilidade de taludes, efectuado por técnico da especialidade. Cumprindo-se o projecto de estabilidade de taludes e garantindo-se a qualidade das soluções técnicas de construção, adequadamente fiscalizadas, serão drasticamente reduzidos os riscos de ocorrência de instabilizações.

No que se refere aos depósitos de restos de construções, o Município deverá promover a criação de um aterro controlado de inertes de construção, explorado e gerido de acordo com um projecto específico, acabando com o abandono indiscriminado destes materiais.

Para se ter sucesso nestes objectivos é necessário que haja um grande esforço e cooperação de todos os intervenientes nos processos de construção, nomeadamente donos de obra, projectistas, construtores e

fiscalização. Compete em particular ao Município definir as regras, esclarecer, incentivar e fiscalizar atempadamente e com eficiência.

Agradecimentos

À CMC pela disponibilização de alguns dos elementos apresentados. À Eng. Susana Ferrão pela colaboração na caracterização geotécnica de alguns taludes referidos. Este trabalho foi realizado no âmbito do projecto de investigação aprovado pela FCT, POCTI/ECM/38444/2001, participado pelo FEDER.

Bibliografia

- FERRÃO, S. (2002) - "Relatório de estágio PRODEP". Divisão de Estudos e Projectos da Câmara Municipal de Coimbra.
- LEMOS, Luís J. L. (2002) - "Escorregamento de terras na encosta entre a Av. Elísio de Moura e a R. António Jardim, em Coimbra". *Actas do 8º Congresso Nacional de Geotecnia, A Geotecnia Portuguesa e os Desafios do Futuro*, Vol. 2, pp. 589-600. Editado pela Sociedade Portuguesa de Geotecnia.
- LEMOS, Luís J. L.; LOURENÇO, Luciano e GONÇALVES, Carlos (2001) - "Movimentos em Massa. Exemplos no Centro de Portugal". *Revista ENB, Escola Nacional de Bombeiros*, Nº 18, pp. 16-41.
- LOURENÇO, Luciano e LEMOS, Luís J. L. (2001) - "Considerações acerca da movimentação em massa ocorrida na vertente poente da Avenida Elísio de Moura, em Coimbra". *Territorium*, Edições Minerva Coimbra, Nº 8, pp. 93-109.
- QUINTA FERREIRA, M. e QUINTA FERREIRA, T. (2003) - "Reflexões sobre a instabilização de taludes no espaço urbano da cidade de Coimbra". *Ciências da Terra, Volume Especial V, VI Congresso Nacional de Geologia*, p. 87 e CD-ROM p.G12-G15 (ISBN: 972-98802-6-3).
- QUINTA FERREIRA, M.; FERRÃO, S. e QUINTA FERREIRA, T. (2003) - "Análise de três instabilizações ocorridas em áreas de cedência na cidade de Coimbra". *Ciências da Terra, Volume Especial V, VI Congresso Nacional de Geologia*, p. 86 e CD-ROM p. G8-G11 (ISBN: 972-98802-6-3).
- QUINTA FERREIRA, M.; LEMOS, L. J. Leal e FEITEIRA DIAS, J. L. (2002) - "Caracterização preliminar do deslizamento da Avenida Elísio de Moura, Coimbra". *Actas do 8º Congresso Nacional de Geotecnia, A Geotecnia Portuguesa e os Desafios do Futuro*, Vol. 2, pp. 601-611. Editado pela Sociedade Portuguesa de Geotecnia.
- RJUE (1999) - "Regime Jurídico da Urbanização e Edificação". Dec. Lei 555/99 de 16 de Dezembro, alterado pelo Dec.-Lei 177/2001 de 4 de Junho, DR nº 129-1ª Série A.
- RMUE (2004) - "Regulamento Municipal de Urbanização e Edificação, Taxas e Compensações Urbanísticas de Coimbra". *Diário da República II série*, nº 304 de 30 de Dezembro de 2004, Apêndice 159.