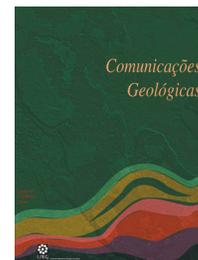


Importância do estudo geológico de superfície para a estabilização do talude de Lapa dos Dinheiros, Seia

Role of the surface geological recognition in the stabilization of the slope Lapa dos Dinheiros, Seia

M. Quinta-Ferreira^{1*}, J. P. Henriques², J. Carvalho²



Artigo Curto
Short Article

© 2014 LNEG – Laboratório Nacional de Geologia e Energia IP

Resumo: Descreve-se um caso de estudo que ilustra a importância do estudo geológico de superfície como forma de obter os parâmetros indispensáveis à realização de pequenas obras de estabilização de taludes. Como foi decidido não realizar prospeção geotécnica devido aos custos e prazos apertados face à pequena dimensão dos trabalhos, o reconhecimento geológico de superfície foi a única fonte de informação geotécnica para o projeto de estabilização. Apresentam-se as principais condicionantes à estabilização e realçam-se as contribuições da geologia de engenharia na reabilitação do talude que suporta a estrada de acesso à povoação de Lapa dos Dinheiros. Discutem-se as duas metodologias de intervenção alternativas, uma baseada na estabilização do talude e a outra na correção do traçado, evitando a zona instabilizada.

Palavras-chave: Estabilização de taludes, Granitos, Geologia de engenharia.

Abstract: This work describe a case study highlighting the importance of the surface geological reconnaissance as a way to obtain the essential parameters to carry out small slope stabilization works. As it was decided not to do geotechnical prospection due to the high cost and short deadline, given the small dimension of the work, the surface geological reconnaissance was the only source of geotechnical information for the stabilization project. The main constraints to stabilization are presented, highlighting the engineering geology contributions to the rehabilitation of the slope supporting the access road to the village of Lapa dos Dinheiros. The two alternative intervention methodologies proposed are discussed, one based on the stabilization of the slope and the other in the correction of the road path, avoiding the unstable area.

Keywords: Slope stabilization, Granite, Engineering geology.

¹Centro de Geociências. Departamento de Ciências da Terra. Universidade de Coimbra, Largo Marquês de Pombal, 3000-272 Coimbra.

²Instituto Pedro Nunes. IPN Labgeo. Rua Pedro Nunes, 3030-199 Coimbra.

*Autor correspondente / Corresponding author: mqf@dct.uc.pt

1. Introdução

Na execução de obras de engenharia é frequente a realização de escavações que criam taludes com declives maiores que o do terreno original, resultando geralmente condições de estabilidade menores que as originalmente existentes. A ocorrência de condições particulares, ou por vezes mesmo invulgares, podem gerar a instabilização de taludes, destacando-se a ação da água, pelo que em épocas de chuva intensa tendem a aumentar as

ocorrências de instabilizações de taludes.

Quando ocorre a instabilização de um talude, há geralmente a necessidade de proceder à sua estabilização de modo a repor, tão rápido quanto possível, a funcionalidade da infraestrutura ou equipamento que foi afetado. Esta situação é frequente em estradas, que sendo obras lineares tendem a interetar grande variabilidade de materiais geológicos, exibindo também grande variabilidade de situações geotécnicas que podem acabar por congregar as condições conducentes à instabilidade.

Para a realização de um bom trabalho de estabilização há necessidade de preparar um projeto adequado, com base no conhecimento fundamentado das condições geológica e geotécnicas locais (Knill, 2003; Bock, 2006). A pequena dimensão dos trabalhos e a urgência das intervenções levam a que muitas vezes se opte por não realizar trabalhos de prospeção, sendo unicamente os elementos obtidos no reconhecimento geológico e geotécnico de superfície utilizados como base para o projeto. Desta situação advém que a importância do reconhecimento geológico e geotécnico de superfície passa a ser determinante no sucesso técnico e económico dos trabalhos de estabilização. O reconhecimento tem por isso que procurar avaliar eficientemente as características geomorfológicas (Griffiths *et al.*, 2012) e as condições geológicas e geotécnicas (Baynes *et al.*, 2005) de modo a que os trabalhos de estabilização sejam bem sucedidos, procurando sempre as soluções economicamente mais vantajosas, desde que garantida a segurança.

2. Lapa dos Dinheiros, Seia

Como exemplo do que antes foi referido apresentam-se alguns elementos referentes à instabilização de um talude em que não se realizou prospeção. O local é adjacente à Estrada Nacional 231, km 51+300, no cruzamento com a rua 18 de Dezembro que liga à localidade de Lapa dos Dinheiros, no concelho de Seia. Apresentava zonas instáveis com a queda de material para a estrada nacional, assim como, fendas e deformações na plataforma da estrada municipal (rua 18 de Dezembro) localizada na crista do talude, que indiciavam a ocorrência de instabilidade (Fig. 1).

De modo a entender as condições que ocasionaram a instabilização, efetuaram-se os seguintes trabalhos: 1 – cartografia geológica das superfícies expostas; 2 – registo de elementos estruturais; 3 – caracterização geotécnica do talude; 4 – interpretação dos dados e recomendações para estabilização.

2.1. Enquadramento geográfico e geológico

De acordo com Teixeira *et al.* (1974), o substrato rochoso na zona do talude em estudo é granito porfiroide de grão grosseiro (γ_{ng}). Este granito é geralmente muito grosseiro, com os megacristais de feldspato a apresentarem muitas vezes grande desenvolvimento.

A rocha granítica mostra-se com frequência alterada superficialmente, podendo ser muito caulinizada, de aspeto ferruginoso e às vezes hematitizada.

2.2. Estudo geológico de superfície

O talude apresenta uma orientação aproximada N-S com pendor a variar entre 55° e 60°, não possuindo banquetas. A altura varia desde 2 metros, na zona mais a sul, próximo do cruzamento, até cerca de 15 m na zona mais a norte.

Na zona que sofreu escorregamento superficial observa-se do topo para a base:

- materiais de aterro que suportam o pavimento da estrada existente na crista do talude;
- terra vegetal imediatamente acima do granito muito alterado;
- granito cuja alteração diminui para a base do talude.

Na base do talude encontra-se granito alterado (W_3), por baixo de granito muito alterado a decomposto (W_4 - W_5). A zona do granito alterado (W_3) é constituída por blocos de média e grande dimensão, que se apresentam estáveis. O granito decomposto (W_5) é friável e, em algumas zonas, com comportamento terroso, o que tende a propiciar a instabilização com o aumento do teor em água.

Os solos de cobertura, com espessura variável, encontram-se soltos e descomprimidos, revelando deficiente capacidade de carga e fracas condições de estabilidade.

Para caracterizar o terreno no cimo do talude, estavam previstos 2 poços de prospeção na zona interior (lado este) da plataforma da rua 18 de Dezembro. Durante os trabalhos de campo verificou-se que não era necessário realizar os poços, pois que nesse local aflorava granito muito alterado a decomposto ($W_{4.5}$). Para facilitar o estudo geológico de superfície, foi também efetuada a decapagem superficial da face do talude em dois alinhamentos, segundo o seu maior declive, removendo a vegetação e os solos superficiais soltos, de modo a melhorar as condições de observação (Fig. 2). Durante a execução da decapagem ocorreu a quedas de blocos pequenos a médios para a estrada nacional, indicando instabilidade superficial, o que motivou a paragem da decapagem.

A observação do talude permitiu identificar vários pontos com instabilidade que se referem a seguir:

- Na rua 18 de Dezembro, numa extensão de cerca de 39 m, observa-se o abatimento da plataforma numa largura de 2,5 m a 3 m, com profundidade média inferior a 0,05 m, mas crescendo em direção à face do talude (Fig. 1 e 2);
- Na EN 231, ao km 51+395, observa-se um escorregamento em toda a altura do talude com cerca de 1 m de largura;
- Na EN 231 entre os km 51+368 a 51+375, observa-se uma zona de granito decomposto (W_5) e de solos de cobertura, com pequenos escorregamentos superficiais;
- Entre os km 51+332 e 51+345 da EN 231 há um escorregamento recente, com cerca de 13 m de extensão, afetando essencialmente a metade superior do talude (Fig. 1). Este local corresponde à zona mais afetada e está por baixo da zona de abatimento no pavimento da estrada na crista do talude (Fig. 1 e 2);
- Blocos de granito em risco de queda aos km 51+288 e km 51+306. As descontinuidades desfavoráveis apresentam as seguintes orientações: N15°W;35°W e N20°W;40°W.



Fig. 1. Escorregamento principal entre os km 51+332 e 51+345 da EN 231, e abatimento do pavimento na crista do talude na rua 18 de Dezembro.

Fig. 1. Main slide between km 51.332 and 51.345 of EN 231, and subsidence of the pavement on top of the slope of 18 de Dezembro road.

3. Caracterização geotécnica do talude

Com base na cartografia geológica e nas observações de campo, incluindo os elementos estruturais referidos anteriormente, foi realizado o zonamento geotécnico do talude que se apresenta nas figuras 2 e 3, assim como perfis transversais relevantes para o entendimento das condições geotécnicas. Na figura 3 apresenta-se um perfil geotécnico representativo da zona mais afetada pela instabilização.

Os materiais existentes no talude foram agrupados em 3 zonas geotécnicas:

ZG3 - solos superficiais. Inclui saibro granítico, terra vegetal e aterro. Apresenta deformabilidade elevada, compacidade baixa, resistência ao corte baixa e elevado potencial de queda.

ZG2 - granito decomposto (W₅). Apresenta deformabilidade média, compacidade média, resistência ao corte média e reduzido potencial de queda.

ZG1 - granito alterado (W₃) e muito alterado (W₄). Apresenta deformabilidade baixa, resistência ao corte muito elevada e muito reduzido potencial de queda, exceto pontualmente nos blocos em que as descontinuidades que os delimitam apresentam forte inclinação para a face do talude.

3.1. Considerações para a estabilização da plataforma da estrada

Na zona mais afetada pela instabilidade o Município de Seia já anteriormente tinha efetuado o corte dos cedros existentes no cimo do talude e visíveis no lado direito da figura 1, de modo a minorar os problemas de instabilidade no cimo do talude. Esta operação não resolveu o problema, pois continuou a cair material do cimo do talude, em particular da zona geotécnica 3 (ZG3) e a aumentar a deformação da plataforma da estrada no cimo do talude (Fig. 2). A inclinação do topo do talude em que afloram os materiais terrosos da ZG3 é da ordem dos 55°, valor este muito elevado para materiais terrosos, pelo que a água abundante em resultado da chuva desencadeou a instabilização.

Da análise do problema, face às condições geológicas locais, considerou-se que a estabilização da plataforma poderia ser efetuada escolhendo uma de duas hipóteses de

intervenção: a) reforçar o talude de modo a estabilizar a fundação do pavimento; b) corrigir o traçado da rua 18 de Dezembro, suavizando a curva de modo a evitar a zona instabilizada.

a) Na primeira hipótese (reforçar o talude de modo a estabilizar a fundação do pavimento) é necessário:

- Escavar com meios mecânicos a ZG3, constituída por solos superficiais com elevada deformabilidade visíveis na face exterior do talude. A interpretação da distribuição das zonas geotécnicas permitiu antecipar a profundidade de escavação a realizar, tal como se ilustra na figura 3.

- Construir uma estrutura de suporte, por exemplo gabiões (Fig. 3) ou ainda muro de alvenaria ou de betão, assente no granito *in situ* da ZG2.

Esta solução implicará o corte parcial da via para as operações de escavação e construção da estrutura de suporte. Todos os trabalhos de escavação na plataforma da estrada devem ser realizados em tempo seco de modo a minimizar os riscos de quedas de solos nas frentes de escavação, que pode chegar aos 6 m de altura, aconselhando a utilização de cuidados particulares de modo a impedir o corte da estrada de acesso à povoação de Lapa dos Dinheiros.

b) Na segunda hipótese (corrigir o traçado da rua 18 de Dezembro):

- Melhora-se a circulação na via ao suavizar a curva (Fig. 2);

- Não se interfere com a zona instabilizada;

- Há que demolir o muro em pedra existente no lado nascente da via e que escavar os solos no tardoz do muro;

- Há que desmontar o granito nas zonas de maiores escavações (Fig. 3). Para os granitos da ZG2 poderá ser possível a sua escavação com meios mecânicos, podendo no ser necessário recorrer aos métodos de escavação da ZG1 quando forem encontrados blocos menos alterados. Na ZG1 o processo de escavação requererá o uso de martelos de elevada energia, ou explosivos.

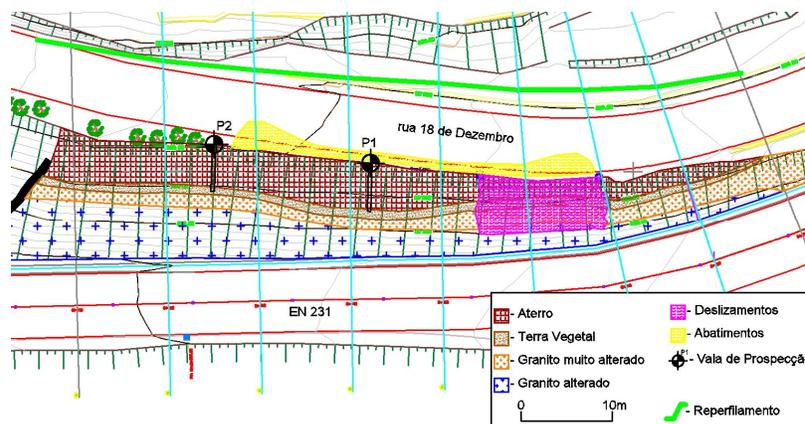


Fig. 2. Zonamento geotécnico do talude.

Fig. 2. Geotechnical zoning of the slope.

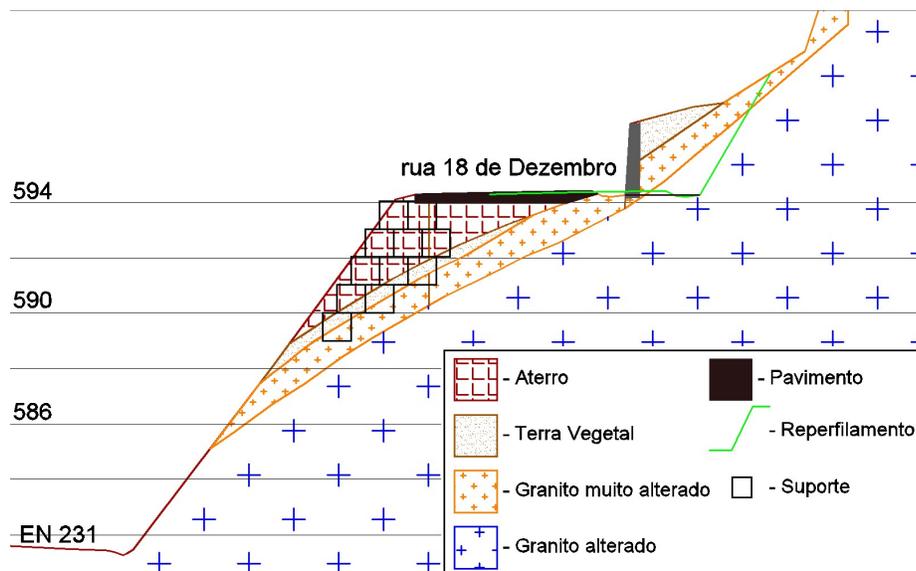


Fig. 3. Perfil geotécnico com proposta de utilização de gabiões para estabilizar o talude e indicação do possível reperfilamento.

Fig. 3. Geotechnical cross section with suggestion to use gabions to stabilize the slope or to reprofile the slope.

4. Considerações finais

A opção de não realizar prospeção mecânica aumenta a importância do reconhecimento geológico e geotécnico de superfície pois passa a ser a única fonte de informação para a realização do projeto e construção. A análise conjunta das características dos terrenos, da sua distribuição e do tipo de obra pretendido, permite equacionar as soluções mais adequadas, realçando a importância e a contribuição da geologia de engenharia.

Consideramos que a opção de corrigir o traçado e evitar a zona instabilizada é a que apresenta menos riscos de interrupção da via de acesso a Lapa dos Dinheiros, o que é uma condicionante importante pois a estrada é o principal acesso à povoação.

A execução das obras deve sempre ser acompanhada pela geologia de engenharia de modo a validar as condições geotécnicas antecipadas para os terrenos, com base no seu estudo geológico de superfície, possibilitando o ajustamento das soluções escolhidas.

Agradecimentos

Ao Município de Seia e à empresa Tisem, Tecnologia,

Inovação, Sustentabilidade agradecem-se as condições para a realização do trabalho.

Este trabalho foi financiado pelo Estado Português através da FCT – Fundação para a Ciência e a Tecnologia no âmbito do projecto PEst-OE/CTE/UI0073/2014 do Centro de Geociências.

Referências

- Baynes, F., Fookes, P., Kennedy, J., 2005. The total engineering geology approach applied to railways in the Pilbara, Western Australia. *Bulletin of Engineering Geology and the Environment*, **64**, 67–94.
- Bock, H., 2006. Common ground in engineering geology, soil mechanics and rock mechanics: past, present and future. *Bulletin of Engineering Geology and the Environment*, **65**, 209–216.
- Griffiths, J., Stokes, M., Stead, D., Giles, D., 2012. Landscape evolution and engineering geology: results from IAEG Commission 22. *Bulletin of Engineering Geology and the Environment*, **71**, 605–636.
- Knill, J., 2003. Core Values: the first Hans-Cloos lecture. *Bulletin of Engineering Geology and the Environment*, **62**, 1–34.
- Teixeira, C., Carvalho, H., Santos, J., 1974. *Carta Geológica de Portugal – Folha 20-B, Covilhã*. Escala 1:50.000. LNEG.