



Departamento de  
Minas  
da Faculdade de Engenharia  
da Universidade do Porto

**PERITAGEM A UM TALUDE INSTÁVEL E A UMA  
EDIFICAÇÃO A ELE SOBREJACENTE, NA LIGAÇÃO  
ENTRE A E.N. 108 E A E.N.222 (RESENDE)**

**PERITAGEM A UM TALUDE INSTÁVEL E A UMA EDIFICAÇÃO A ELE  
SOBREJACENTE, NA LIGAÇÃO ENTRE A E.N. 108 E A E.N.222  
(RESENDE)**

**1) Objectivo**

Inspecção de um talude criado pelo rompimento de uma estrada de ligação entre a E.N.108 e a E.N.222, sobrejacente ao qual existe uma propriedade agrícola onde está edificada uma habitação antiga. Após o rompimento da estrada, a edificação ficou a distar cerca de 9,0m do rebordo do talude.

A estrutura ruiu parcialmente, pretendendo o seu proprietário uma opinião técnica fundamentada sobre a eventual relação entre a ruína registada e a pronunciada instabilidade cedo evidenciada pelo talude após a sua conclusão; mais pretende o proprietário um parecer acerca da possibilidade de a ruína da habitação estar relacionada com o facto de os desmontes das rochas terem sido operados por meio de explosivos.

**2) Peritagem**

**2.1) Caracterização geo-estrutural do maciço**

A construção do troço de estrada em referência, situado a SE da Estação da C.P. de Ermida (Resende), teve como primeira consequência a modificação do declive original do terreno, de 20° para cerca de 60° com a horizontal. A morfologia e condições de sustentação do rególito foram profundamente alteradas com a escavação do talude de alto ângulo, desnivelado de mais de 29 metros (Cfr. Fig. 1).

O substracto rochoso desmontado para definir o perfil imposto à construção da estrada é um granodiorito parfiróide biotítico, de grão médio, foliado (por deformação dúctil de D<sub>3</sub> Varisca), localmente muito alterado e arenizado.

Na área em análise, a espessura média de alteração do granitoide é da ordem de 10 metros, muito embora possa ocorrer granodiorito pouco alterado no âmago da massa arenizada e até possam aflorar massas que resistiram à alteração. Esta distribuição irregular da alteração é perfeitamente visível nas fracções do talude não ocultadas por "gabions" e na parte remanescente da superfície topográfica primitiva.

O granodiorito encontra-se recortado por diques e filões de quartzo e pegmatito, a que se adiciona não menos importante rede de fracturas e diaclases. Uns e outros destes factores constituem a causa da baixa coerência do maciço, facilitando, por outro lado, a alteração deutérica.

A direcção dos filões não obedece a qualquer lei. Com efeito, tratando-se o maciço encaixante de granodioritos precoces relativamente à principal fase controladora da instalação de granitoide (D<sub>3</sub> Varisca), foi fracturado pela instalação de granitos mais tardios e as fendas preenchidas pelos fluidos originários dos granitos. A fracturação é toda ela Varisca. Dominam sistemas de fracturas em feixes paralelos de direcção N40°W, inclinados 70° NE ou 85° SW. Outro sistema menos importante que o anterior desenvolve-se esporadicamente segundo N80°E, subverticalmente ou inclinando 85°S. É de salientar, porém, um sistema de fracturas concentradas, com significado de falha mercê da continuidade lateral, o qual evidencia orientação N25-30° E e inclinação 65° SE.

## **2.2) – Posicionamento da habitação relativamente ao talude**

O alçado mais próximo do topo do talude situa-se a cerca de 9 metros deste, pelo que a habitação veio a ficar praticamente sobranceira a um precipício artificialmente criado. A área onde está implantada consiste em um afloramento de granitoide pouco a medianamente alterado. Não obstante, o alçado que sofreu derrocada (alçado SW) encontra-se exactamente sobre a falha referida no final do item anterior (Cfr. Fig. 2).

## **2.3) – Causas da instabilização do talude**

Atendendo ao elevado grau de alteração do maciço granitoide, ao padrão de distribuição espacial das zonas alteradas e às orientações médias dos sistemas dominantes de fracturas, a solução projectada e implementada (essencialmente caracterizada por um perfil quase contínuo de alto ângulo, implicando um mínimo de socalcos com banquetas de reduzida largura), ainda que contemplando o recurso a “gabions” como meio de contenção de desprendimentos de materiais desagregados e/ou fluidificados pelas chuvas, não se afigura, em nosso entender, o que melhor garantiria a estabilidade do talude: em hipotética consulta prévia (isto é, antecedendo o rompimento da estrada) teríamos preconizado banquetas mais largas, um número mais elevado de socalcos (no mínimo, 3 perfis regularmente espaçados) e com inclinação sempre inferior

a 60° sobre a horizontal. Esta seria uma solução inegavelmente mais adequada às condições reológicas do maciço em apreço.

Entre os documentos que nos foram disponibilizados, figura um relatório técnico datado de 1998 e oriundo da Junta Autónoma das Estradas, respeitante aos problemas que, pouco tempo decorrido após a conclusão das obras, começaram a verificar-se no talude.

Na sua Introdução, aquele documento apresenta, das vicissitudes supramencionadas, um historial sintético mas perfeitamente elucidativo da sua natureza e do seu carácter recorrente. Perfilhamos as considerações aí expendidas a título de identificação das causas prováveis da situação encontrada à data da inspecção a que aquele relatório se reporta, bem como das que terão estado na origem de situações de colapso antecedentes; por outro lado, vemos nas recomendações quanto às diligências de remediação nele preconizadas uma corroboração do ponto de vista que, enquanto especialistas das áreas de Geologia e da Engenharia de Minas, anteriormente expendemos a respeito da delicadeza reológica do maciço rasgado pela abertura da estrada e da indequação do perfil de talude para este efeito criado.

#### **2.4 – Sobre o eventual contributo da utilização de explosivos para a instabilização do talude e a ruína parcial da habitação**

O rebentamento de explosivos tem, sobre os maciços onde são aplicados, efeitos muito semelhantes aos de sismos de baixa magnitude.

As ondas de choque oriundas dos focos explosivos propagam-se em todas as direcções, mais rapidamente e em geral de forma menos danosa através de maciços sólidos, compactos, pouco alterados e fissurados e mais lentamente (e de forma menos previsível) através de maciços alterados e fracturados, isto é, dotados de grande anisotropia e heterogeneidade. As descontinuidades (diaclases, fracturas, contactos entre litologias distintas) constituem superfícies onde ocorrem modificações das características das ondas, particularmente reflexões propiciadoras de múltiplas interferências e de inversões das tensões induzidas nos maciços pela detonação das cargas. Estas condicionantes, aliadas às anisotropias resultantes da alteração (a que correspondem bruscas variações da impedância dos materiais rochosos atravessados pelas ondas) conferem especial melindre ao projecto do diagrama de fogo mais apropriado para o desmonte de um maciço que evidencie tais características.

O maciço onde foi aberto o talude possui os inconvenientes acima referidos: a uma fracturação intensa (onde até está representado, pelo menos, um sistema praticamente paralelo ao alinhamento da estrada) alia-se a presença de grandes fracções do maciço alteradas e dispersas, que constituem meios incoerentes, naturalmente descoesionados e mecanicamente contrastantes com fracções vizinhas e/ou envolventes não tão alteradas ou razoavelmente sãs.

Os campos tensionais distensivos induzidos em tais maciços pela detonação de cargas explosivas podem originar movimentos gravíticos e deslizantes ao longo das superfícies de descontinuidade (diaclases e fracturas) e colapsos diversos nos meios incoerentes representados pelas manchas de rocha alterada. Este tipo de vulnerabilidade potencial afecta o maciço em apreço em praticamente toda a sua extensão vertical, mas atinge especial relevância em uma faixa com largura média de 10 metros contados a partir da superfície.

Desconhecemos que tipo de diagrama de fogo foi projectado para desmontar as porções do maciço que se terão revelado invulneráveis ou recalcitrantes ao ataque por meios puramente mecânicos. Presumindo a estrita adequação do diagrama de fogo às poderosas condicionantes locais – entre as quais avulta a proximidade de uma construção antiga e sua exposição a sucessivos estremeções provocados pelo rebentamento das pegas de fogo – ignoramos ainda, em absoluto, de que forma aquele foi efectivamente implementado. Este último aspecto da questão inibe-nos de tentar estabelecer, e para mais a esta distância temporal das acções de desmonte empreendidas, relações inequívocas de causa-efeito entre a instabilidade evidenciada pelo talude (actual e pretérita) e uma utilização porventura menos criteriosa dos explosivos, eventualmente agravante dos descoesionamentos de que, por causas puramente naturais, o maciço era já (e é) detentor.

## **2.5 – Conclusões**

Pelas razões atrás expostas, não podemos emitir asserções categóricas quanto às consequências, sobre o maciço e a habitação, do emprego de explosivos.

Não obstante, o alçado Oeste daquela (o qual sofreu derrocada parcial) encontra-se exactamente sobre o alinhamento geral do importante sistema de fracturas a que, pela sua extensão e densidade de repetição lateral, atribuímos a classificação de falha. Este acidente estrutural afecta todo o maciço granodiorítico subjacente à habitação.

Esta é uma edificação erguida com pedras simplesmente empilhadas (construção de pedra “seca”, isto é, sem argamassas ligantes solidarizando os elementos construtivos) e com juntas colmatadas por recurso a uma argamassa argilosa, pobre, com funções essencialmente isolantes. Em alguns pontos dos paramentos, a casa foi provida de “gatos” de ferro de fabrico antigo, o que nos leva a inferir que se destinassem a obviar a efeitos de assentamentos diferenciais em tempos ocorridos. Segundo os nossos informantes, terão aí sido aplicados em data imprecisa e recuada, muito antes do rompimento da estrada. Fazendo fé nestas informações, impõe-se a conclusão de que o terreno de implantação da casa já do antecedente evidenciaria variações laterais de consistência e firmeza suficientemente importantes para justificar semelhantes providências.

Nestas circunstâncias, admitimos como elevada a eventualidade de um qualquer abalo anómalo ao longo da falha supracitada, ou o efeito cumulativo de abalos de menor intensidade associados a pegas de fogo sucessivas, poder ter induzido a derrocada parcial de uma edificação pouco sólida de raiz, fragilizada pela acção do tempo e, para além do mais, implantada em um terreno por natureza instável e cuja instabilidade foi potenciada pelo descalçamento progressivo associado à criação de um talude tão próximo, tão elevado e excessivamente aprumado para as condições reológicas do maciço em que foi rompida a estrada.

Porto, Dep. Minas / FEUP – Setembro de 2000

Eurico de Sousa Pereira  
(Geólogo. Prof. Associado Convidado)

Henrique Sérgio Botelho de Miranda  
(Eng.º de Minas. Prof. Associado)

Alexandre Júlio Machado Leite  
(Eng.º de Minas. Prof. Auxiliar)

# MEMÓRIA DESCRITIVA

LIGAÇÃO ENTRE A E.N. 108 E A E.N. 222 EM RESENDE, E.N. 108 E E.N. 222 - PONTE SOBRE O RIO DOURO, PONTES SOBRE A RIBEIRA DO ZÊZERE E RIO TELXEIRA, E VIADUTO ENTRE OS Km's 1+391 E 1+527

ASSUNTO: Estabilização de taludes entre o PK 3+150 e o PK 3+200.

## INTRODUÇÃO

Entre o PK 3+150 e o PK 3+200 procedeu-se à escavação do maciço tal como previsto no projecto. Com o decorrer do tempo verificou-se, pelo menos na zona mais alterada do talude do lado esquerdo e ao nível da segunda banquetta, alguma instabilidade tendo dado origem ao desprendimento de solos (1ª fase).

Como se pode constatar nesta primeira fase o paralelismo do diaclasamento e grau de alteração do maciço, associados ao intenso período de chuvas, deu origem ao desmoronamento parcial do talude da segunda banquetta.

Neste caso previa-se fazer um novo reperfilamento do talude ao nível da 2ª banquetta com a retirada do material solto uma vez que a parte inferior do talude tinha um aspecto menos alterado e, apesar do diaclasamento, apresentava-se estável.

No entanto, com o evoluir do tempo e devido também possivelmente a fenómenos de descompressão, deu-se um novo ciclo de instabilidade provocando um escorregamento do restante talude até à base envolvendo um volume de 2.700 m<sup>3</sup> (2ª fase).

Alertados pela fiscalização residente da obra, de imediato se procedeu a uma vistoria ao local para avaliação de danos e riscos envolvidos.

Da referida análise, põem-se em causa a estabilidade global do talude após escorregamento devido à forte inclinação e grande altura do plano de escorregamento bem como da casa de habitação e de um muro de gabiões na proximidade do escorregamento e construído na segunda banquetta.

Face ao exposto torna-se necessário e urgente tomar medidas no sentido de minimizar possíveis agravamentos da situação.

Como a superfície de escorregamento apresentava uma inclinação exagerada entendeu-se por conveniente criar uma estrutura de contenção do maciço bem como a reposição da geometria do talude inicial no mínimo até à primeira banquetta com o restabelecimento dos órgãos de drenagem.

Após remoção do material destacado deparou-se ao nível da base do talude na zona do escorregamento, com o aparecimento do maciço rochoso que de certa forma serve como elemento estabilizador, motivo pelo qual não deve ser retirado.

### SITUAÇÃO ACTUAL

Do exposto foi elaborado um projecto cuja solução consistia em criar uma parede de gabiões com a finalidade de repor o talude, sobre o qual a Habimarante apresentou, quatro (4) soluções variantes de muros, de acordo com fax de 1 de Abril de 1998.

Assim, procedeu-se no local a uma reunião no p.p. 08/04/98 em que participaram o Eng<sup>o</sup> Carlos Garrido (D.S.R.N.), Eng<sup>o</sup> Pedro Moura (Construtora do Tâmega), Eng<sup>o</sup> Jorge Cabral, Eng<sup>o</sup> Valter Barbosa e Dr. Gabriel Aroso (J.A.E.), com o propósito de decisão da solução a adaptar.

Na reunião, a Construtora do Tâmega representada pelo Eng<sup>o</sup> Pedro Moura, sugeriu como solução mais expedita a criação de um maciço em betão na base do talude, solução que se achou correcta face :

- A criação de um maciço que absorvesse a parte do maciço rochoso que permaneceu.
- A utilização de betão teria como vantagem de possuir maior densidade que os gabiões, o que implica um comportamento mais uniforme (coesão) com o maciço rochoso, bem como melhor adaptação às irregularidades do maciço.
- A não implicação de escavação adicionais em rocha.

Sobre esta base de betão (B20), será então executado um muro de gabiões tipo "Tâmega 6", conforme fax da Habimarante de 1 de Abril de 1998, apenas com a alteração de o aterro no tardo do muro ser constituído por rachão.

## PROCEDIMENTOS A ATENDER NA EXECUÇÃO DO TRABALHO

1. Deverá o adjudicatário proceder à limpeza de todo o material solto do maciço;
2. Posteriormente dever-se-á sanear e endentar com equipamento apropriado toda a zona do maciço a tratar.
3. Simultaneamente deverá executar-se uma furação de  $\varnothing$  20 mm numa malha de 1,5 m por 1,5 m para aplicação de varões de  $\varnothing$  16 mm com 1 metro de comprimento, na base do maciço, com um comprimento de cravação na ordem de 0,60 a 0,75 m.  
O adjudicatário deverá selar as respectivas furações com calda de cimento.
4. Antes da betonagem deverá o maciço ser lavado com água à pressão, por forma a que o betão adira perfeitamente com o maciço.
5. A plataforma de betão para assentamento dos muros de gabiões, deverá ficar com a inclinação mínima de 6% para dentro do maciço e com um acabamento de superfície muito rugoso.
6. Em tudo o que for omissso deverão ser respeitadas as boas normas de execução e demais legislação em vigor.

Com os melhores cumprimentos,

  
Valter Barbosa, Eng<sup>o</sup> Civil

Anexo: Peças desenhadas

- 1 PERFIL INICIAL DO TERRENO
- 2 PERFIL DE PROJECTO
- 3 PERFIL FINAL
- 4 LIMITE APROXIMADO DA ZONA DE ALTERAÇÃO MAIS INTENSA DO MACIÇO

A : 0,00  
E : 565,29



