

ANÁLISE DA ESTABILIDADE DE UM TALUDE DE ESCAVAÇÃO SITO NOS TERRENOS DO HOTEL ESTORIL - SOL, EM CASCAIS

ESTORIL-SOL HOTEL SLOPE STABILITY ANALYSIS

Roxo, Jorge, *Intecsa – Engenheiros Associados, S.A.; Universidade Independente – Departamento de Engenharia Civil, Lisboa, Portugal, j.roxo@intecsa.pt*

Tareco, Helder, *GeoSurveys, Lda; Universidade de Aveiro, Aveiro, Portugal, info@geosurveys.pt*

RESUMO

No presente artigo descreve-se um caso de estudo de um talude constituído por rochas brandas/solos rijos que se instabilizou, levando à necessidade de se demolir as edificações que estavam fundadas sobre ele, designadamente todo um bloco de anexos, com vários pisos, adjacentes ao corpo principal do hotel Estoril-Sol, em Cascais. Antes, durante e após o processo de demolição, todo o maciço, bem como o próprio hotel e estruturas contíguas, foram instrumentadas. A análise dos diversos dispositivos de observação revelou a existência de deslocamentos em profundidade e em várias direcções o que apenas poderia ser explicado através de um mecanismo complexo de rotura. Na sequência da realização de uma campanha de trabalhos de prospecção geotécnica e ensaios, que constou da execução de perfis de resistividade eléctrica e de sondagens mecânicas, foi detectada a presença de uma chaminé vulcânica de natureza basáltica, desconhecida no local, em torno da qual, aparentemente, todo o maciço rodava. Neste artigo descreve-se a situação encontrada, a hipótese de instabilização considerada, os trabalhos de investigação desenvolvidos e a solução final encontrada.

ABSTRACT

In this article we present a case study of an hard soil / soft rock mass slope, which has become unstable, leading to the demolition of some of the buildings that have been founded on it, namely all the annex apartments of the Estoril-Sol Hotel, at Cascais. Before, during and after the demolition activities the slopes as well as all the nearby buildings were instrumented. The monitoring readings have revealed important displacements in several directions. This situation could only be explained with a complex failure mechanism. Following the development of a site investigation campaign, that comprised different kinds of geoelectric works and mechanic boreholes, it was possible to detect an unknown hard basaltic volcanic chimney. Apparently, the unstable rock mass rotated along this vertical volcanic spherical body. In this article we present the situation found at the Estoril-Sol hotel site, the failure hypothesis that have been considered, the site investigation works done and the final solution that was decided to implement.

1. INTRODUÇÃO

Durante a escavação e construção de uma contenção periférica em terrenos anexos ao hotel Estoril-Sol foram instalados diversos dispositivos de instrumentação quer no terreno, quer no corpo do hotel e na própria cortina, de forma a se acompanhar o comportamento das estruturas existentes nas imediações da obra. Ao longo do tempo e à medida que a escavação progredia, começaram a surgir diversas fissuras no corpo de anexos do hotel que, por questões de segurança, culminaram com a demolição destes, já que não se estava a conseguir estabilizar, de forma satisfatória, as diversas anomalias registadas.

A análise e interpretação dos diversos dispositivos de instrumentação instalados no terreno (inclinómetros, fissurómetros e marcas topográficas) revelou que o maciço se deslocava em mais de uma direcção, o que indiciava a presença de um escorregamento planar compósito, giracional. Contudo, não se dispunha de informação suficiente que permitisse corroborar tal hipótese. Nesse sentido, no âmbito da solução que foi solicitada para o local e para se investigar o mecanismo de rotura, aparentemente instalado no maciço, foi definida, numa primeira fase, uma campanha de prospecção geo-eléctrica (método dipolo-dipolo) com o objectivo de tentar detectar planos de descontinuidade e/ou corpos estranhos no interior do maciço, já que havia a possibilidade de existir, no local, materiais de natureza basáltica no seio das formações calcomargosas presentes. Numa segunda fase e após a análise dos resultados obtidos nestes trabalhos de prospecção geo-eléctrica foi planeada uma campanha de prospecção geotécnica e ensaios que permitiu validar o modelo geo-eléctrico do terreno e a hipótese de rotura considerada.

No presente artigo são apresentados e discutidos os resultados obtidos nas diversas campanhas de investigação desenvolvidas, a metodologia de investigação efectuada, apresentando-se, no final, o mecanismo de instabilização detectado e as soluções de estabilização preconizadas.

2. LOCALIZAÇÃO

O Hotel Estoril Sol localiza-se no Parque Palmela, a Oeste de Lisboa, na vila de Cascais, em frente à baía com o mesmo nome. Na Figura 1 apresenta-se a localização do local estudado indicada sobre um extracto da carta militar de Portugal e uma vista aérea recente do empreendimento.



Figura 1 – Localização do hotel Estoril-Sol. a) E da Carta Militar de Portugal, à escala 1:25.000, folha nº 430, Cascais; b) Vista aérea actual (fonte: Google Earth).

Como se pode verificar na Figura 1 b) é visível o talude em estudo, que separa o corpo principal do hotel Estoril-Sol do novo empreendimento hoteleiro contíguo, entretanto já construído.

3. ANTECEDENTES

Atendendo ao cenário de rotura patente no bloco de anexos do hotel Estoril-Sol teve-se a oportunidade de avaliar os riscos existentes, as soluções, eventuais, de reforço estrutural e de reabilitação possíveis para o hotel, bem como, a estabilidade do maciço onde o mesmo se encontrava fundado. Uma vez equacionadas as diversas hipóteses relativas aos fenómenos observados, analisadas as vantagens e inconvenientes de todas as soluções possíveis e ponderados os riscos existentes, a decisão final foi a demolição de todos os pisos de anexos do hotel Estoril Sol (Figura 2) que se encontravam em estado de ruína, como se pode observar na Figura 3, e o reperfilamento do talude remanescente.



Figura 2 – Aspecto do bloco de anexos que foram demolidos.



Figura 3 – Aspectos do estado de ruína dos anexos do hotel Estoril Sol.

Todo o processo de demolição foi monitorizado, de forma a se averiguar o comportamento e evolução do maciço de fundação dos anexos, no sentido de se compatibilizar, com segurança, as operações de demolição e da construção do hotel contíguo ao local. Assim, foram instalados no local 7 inclinómetros e diversos fissurómetros e alvos topográficos.

Convém referir que as edificações demolidas estavam limitadas a Norte pela rua de acesso às traseiras do hotel Estoril Sol, a Sul, pela avenida marginal, a Oeste pelo corpo principal do hotel

e a Este pela escavação da obra de um novo hotel em betão armado. Esta escavação, com mais de 35 m de altura está parcialmente suportada, do lado dos anexos do hotel Estoril Sol, por uma parede tipo "Berlim" ancorada (Figura 4) e do lado da avenida da Venezuela – limite Norte – totalmente por uma parede tipo "Berlim" (Figura 5). No talude de escavação referido foi aplicado, a partir do topo da parede tipo "Berlim", betão projectado armado com malhasol e pregagens sistemáticas. Neste mesmo talude foram ainda construídos 12 contrafortes em betão armado, pregados ao maciço e um muro, igualmente em betão armado, pregado.

O talude de escavação prolonga-se sob os anexos (talude do "vazio"), estes fundados em vigas metálicas apoiadas em cachorros no corpo principal do hotel e em pilares fundados no maciço escavado, ao longo do corpo principal do hotel, de forma paralela à avenida marginal. Este talude, com mais de 20 m de altura está revestido com um muro de betão ciclópico de espessura variável, que chega a atingir na base mais de 1,50 m. (Figura 6)



Figura 4 – Aspecto do talude de escavação, parcialmente suportado por uma parede tipo "Berlim", na zona dos anexos demolidos.



Figura 5 – Aspecto da demolição dos anexos e da construção contígua ao local.

No decurso do acompanhamento que se fez à obra de demolição e reperfilamento do talude de escavação, verificaram-se vários indícios da instabilidade do maciço, que se manifestavam através do aparecimento e desenvolvimento de fissuras no talude e no muro que o revestia (Figura 7), bem como nos elementos resistentes das edificações demolidas. Por outro lado, todos os inclinómetros instalados forneciam indicações da existência de deslocamentos no sentido da avenida da marginal e da obra do novo hotel. No entanto, um dos 7 inclinómetros instalados (IC7) forneceu sempre deslocamentos no sentido oposto.



Figura 6 – Aspecto do talude do "vazio" parcialmente escavado e reperfilado e do muro em betão ciclópico que o reveste.



Figura 7 - Aspecto do muro que reveste o talude do "vazio" antes de serem demolidos os anexos e onde se verifica o seu fendilhamento.

Por outro lado, em algumas das vigas metálicas, que serviam de fundação aos anexos, era notória a deformação exibida, o que denunciava, também, a movimentação do maciço. (Figura 8). Por último, a rotura por compressão de outros elementos estruturais confirmava a deformação do maciço. (Figura 9)



Figura 8 – Aspecto da deformação patente numa das vigas metálicas de fundação dos anexos.



Figura 9 – Aspecto da rotura por compressão, em elementos de betão armado.

Uma vez concluídas, com sucesso e em segurança, as operações de demolição, procedeu-se a um reperfilamento do talude de escavação, de forma a aumentar a estabilidade global do mesmo.

As leituras da instrumentação foram ainda efectuadas, tal como previsto no contrato com a empresa que efectuou as demolições, por mais um mês após a sua conclusão. Verificou-se que, durante esse período, os deslocamentos do maciço estabilizaram. No entanto, posteriormente, devido à acção de agentes externos o talude voltou a exhibir deformações, que se traduziram pelo aparecimento e reactivação de fendas de tracção à superfície (Figura 10) na rotura de elementos de cantaria (Figura 11) e pelo desenvolvimento de fissuras no betão projectado.



Figura 10 – Aspecto das fendas de tracção superficiais.



Figura 11 – Aspecto da rotura de elementos rígidos de cantaria.

Em virtude da aparente reactivação da deformação do maciço escavado, foi efectuada uma análise de estabilidade de taludes (método de Bishop simplificado, Janbú e método das cunhas), admitindo um cenário cinemático fisicamente viável.

Com base nos cálculos efectuados, embora com algumas reservas relativamente aos parâmetros geotécnicos utilizados, concluiu-se que o maciço estava numa situação de equilíbrio limite e que

o risco existente era elevado. Sugeriu-se, então, a continuação das medições da instrumentação ainda operacional e a implementação de medidas de estabilização, onde constavam, entre outras, a remoção da massa potencialmente instável. Desta forma e numa perspectiva de reutilização futura do espaço disponibilizado pelas escavações sugeridas, foi solicitado o projecto de uma cortina de contenção periférica, que suportasse o maciço a escavar até à cota 12,50, tendo-se realizado uma campanha complementar de trabalhos de prospecção geotécnica e ensaios com vista a fornecer informações para o projecto.

4. ENQUADRAMENTO GEOLÓGICO DO LOCAL

4.1 Litologia

O talude objecto do presente artigo desenvolve-se num maciço de solos rijos / rochas brandas de idade cretácica (C_{AS}^1) e é constituído, predominantemente, por materiais areno-argilosos consolidados, margas, arenitos e calcários. Globalmente, estas formações fazem parte de um extenso monoclinal, onde se verificam bruscas variações de fácies, quer lateralmente, quer verticalmente.

Estes materiais têm a particularidade de exibirem algumas propriedades típicas de rochas e outras características de solos, pelo que o seu comportamento é, por vezes, de difícil análise. A capear, pontualmente, as formações referidas existem alguns depósitos de aterro, essencialmente arenosos.

No decurso dos trabalhos de prospecção foi detectada a presença de uma chaminé / dique sub-vertical (?) vulcânico de natureza basáltica, datado do neocretácico (β^1 – Complexo Vulcânico de Lisboa). Nas imediações deste afloramento os estratos apresentam-se ligeiramente metamorfizados e sofreram uma ligeira alteração na sua inclinação.

De uma forma geral as formações geológicas referidas inclinam entre 12 a 15° para SE.

Os calcários, bem como os basaltos, referidos, encontram-se muito fracturados e alterados.

4.2 Hidrogeologia

De acordo com o conhecimento que se tem do local não existe, aparentemente, um nível freático global instalado, embora tenham sido detectados alguns níveis de água durante a realização das sondagens mecânicas. A maioria das formações geológicas presentes no local possuem permeabilidade muito reduzida, pelo que é pouco provável a existência de sistemas aquíferos. Contudo, é possível que existam níveis de água suspensos no seio das formações mais grosseiras, que se detectaram a pequena profundidade.

De acordo com informações colhidas no local, baseadas no acompanhamento da construção da parede tipo "Berlim" que existe na base do talude de escavação, confirma-se que o maciço não apresenta água em quantidade relevante.

4.3 Tectónica

Durante o reconhecimento geológico de superfície efectuado, bem como, após a realização dos trabalhos e prospecção geotécnica e ensaios, não foram detectados quaisquer acidentes tectónicos. No entanto, a consulta da Carta Geológica de Portugal, à escala 1/50.000, folha 34-C

(Cascais), revela a existência, nos arredores, de um sistema de falhas de orientação NW-SE e NE-SW.

Toda a região é cortada por vários diques e filões. No caso vertente os trabalhos de prospecção colocaram em evidência, como referido, a presença de uma chaminé vulcânica / dique sub-vertical. Refira-se que segundo informações prestadas por terceiros, que acompanharam as obras de construção do hotel, é conhecida, no local, a presença de uma grande chaminé vulcânica, que foi intersectada durante a construção do corpo principal do hotel.

As formações geológicas são, como mencionado anteriormente, sub-horizontais, inclinando para SE e pertencem a uma estrutura em monoclinal, afectada, por vezes, por ondulações de 2ª ordem.

5. TRABALHOS DE PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA E ENSAIOS

5.1 Considerações gerais

No local em análise já tinham sido executadas algumas sondagens, no passado, de forma a apoiar o projecto e a construção de uma parede tipo "Berlim" que existe na base do talude. No entanto, estas sondagens não foram nem executadas na mesma data, nem a interpretação das mesmas foi efectuada pela mesma pessoa. Como resultado, as descrições e critérios classificativos nem sempre eram coerentes, pelo que existiu alguma dificuldade em se efectuar correlações que permitissem elaborar cortes geológicos interpretativos.

Por outro lado, a análise e interpretação dos diversos dispositivos de instrumentação instalados no terreno (inclinómetros, fissurómetros e marcas topográficas) indiciavam a presença de um escorregamento planar compósito, giracional. Contudo, não se dispunha de informação suficiente que permitisse corroborar tal hipótese.

Assim, com base no conhecimento do local, foi realizada, numa primeira fase, uma campanha de prospecção geo-eléctrica (método dipolo-dipolo) com o objectivo de tentar detectar planos de descontinuidade e/ou corpos estranhos no interior do maciço. Este último objectivo está relacionado com a possibilidade de existir, no local, materiais de natureza basáltica, no seio das formações calco-margosas presentes.

Numa segunda fase e após a análise dos resultados obtidos nestes trabalhos de prospecção geo-eléctrica foi definida uma campanha complementar de prospecção geotécnica e ensaios.

5.2 Trabalhos de prospecção geo-eléctrica

Assim, de acordo com o planeado, foram adjudicados os trabalhos de prospecção geo-eléctrica a uma empresa da especialidade que constaram, basicamente, da utilização de dispositivos dipolares, cujo objectivo é o reconhecimento de estruturas bidimensionais ou tridimensionais, com assinatura eléctrica, ou seja, que contrastem com o meio envolvente encaixante.

Foram assim efectuados 5 perfis, tendo-se definido, portanto, 5 pseudo-secções de resistividade eléctrica, que colocaram em evidência a estrutura do maciço, a presença de descontinuidades e de corpos muito contrastantes em termos de resistividade eléctrica. Por outro lado, detectou-se uma inclinação, pontual, dos estratos da ordem dos 20°, na proximidade de formações muito resistivas.

Efectuou-se, também, a título experimental um levantamento 3D, utilizando-se um dispositivo polo-polo, numa área de 300 m². As fatias horizontais do cubo 3D mostram a existência, à superfície, de uma formação condutora seguida de uma formação resistiva entre os 3 e os 5 metros. A profundidades superiores o terreno evolui para resistividades gradualmente mais baixas até aos 23 metros. Na figura seguinte apresenta-se a localização dos perfis geoelectricos realizados.

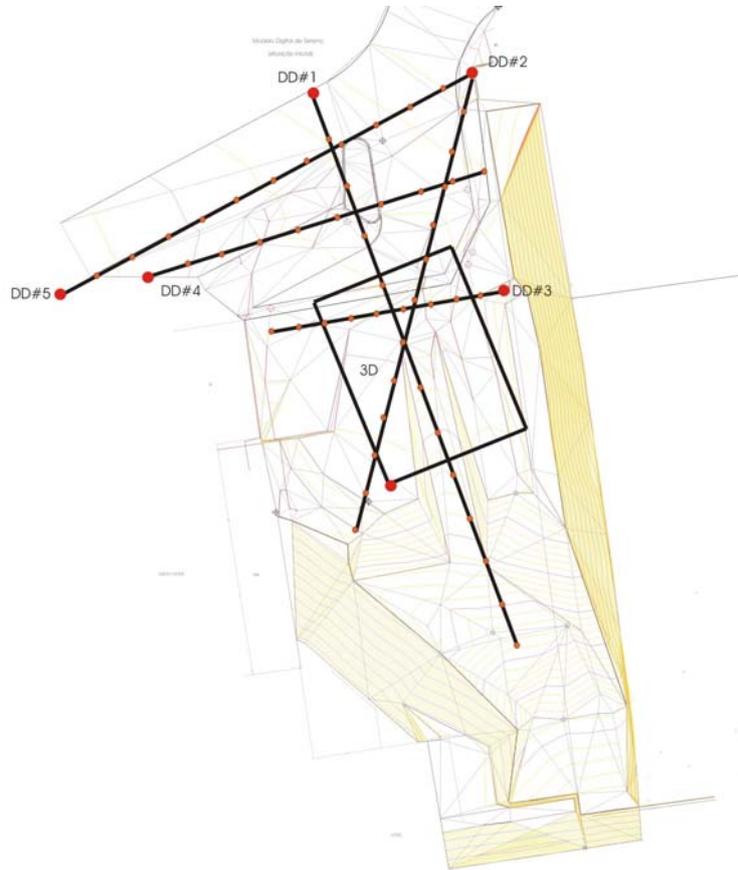
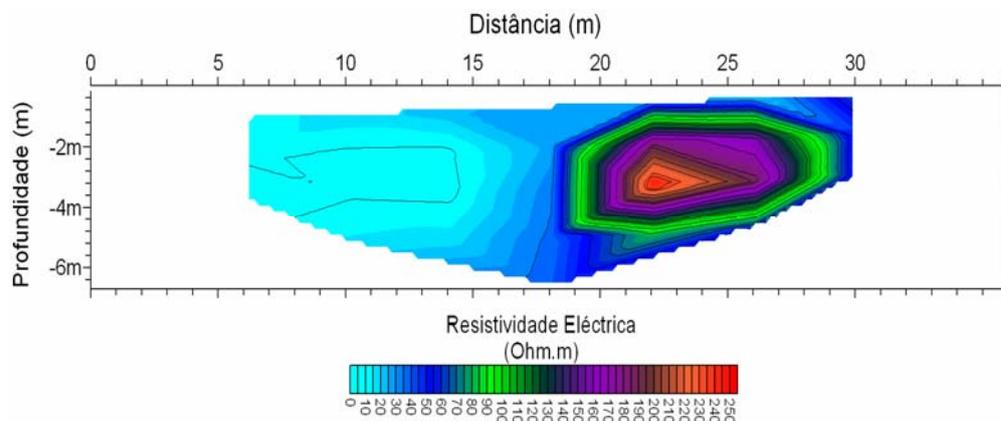


Figura 12 – Localização dos perfis geoelectricos.

Na Figura 12 apresentam-se, a título de exemplo, duas secções de resistividade eléctrica que ilustram bem o contraste existente entre os corpos resistivos e condutores, bem como a estratificação e inclinação do mesmos.



a) perfil dd 4

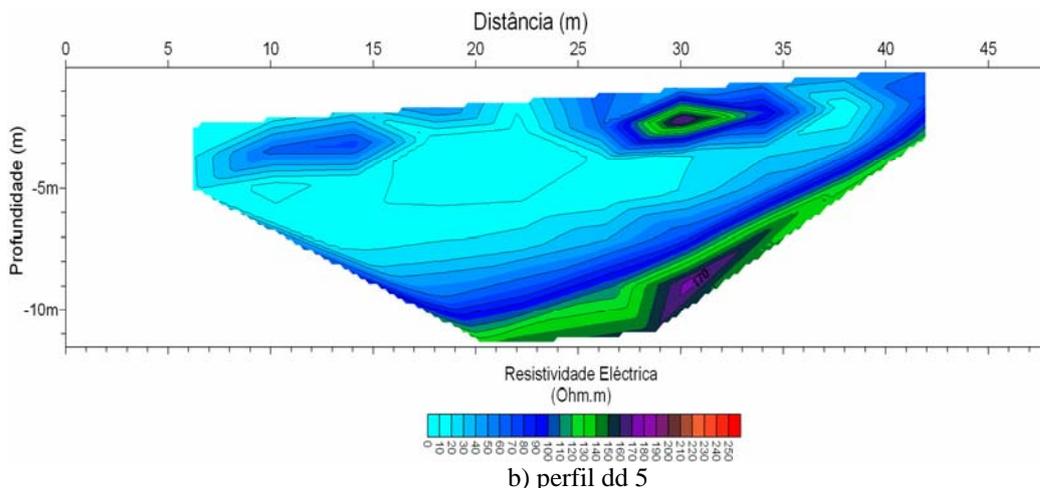


Figura 13 – Pseudo-seções de resistividade eléctrica.

As fatias verticais mostram, também, uma evolução da resistividade do plano 1 para o plano 3, iniciando um contacto na zona central do cubo 3D. Observa-se também um contacto evidente nas resistividades aos cerca de 15 metros de profundidade, exactamente à profundidade em que alguns dos inclinómetros evidenciavam maiores deformações.

Com base no conhecimento da geologia local e na análise das informações obtidas com a prospecção geo-eléctrica, definiu-se um programa de prospecção mecânica e ensaios, de forma a esclarecer as questões evidenciadas com os perfis dipolo-dipolo e polo-polo.

As baixas resistividades estão associadas a materiais mais incoerentes, aparentemente com água e a fissuras; as elevadas resistividades correlacionam-se com os afloramentos basálticos e calcários. Por outro lado, uma das anomalias resistivas detectadas no processamento 3D, sem explicação geológica aparente, veio a confirmar-se estar directamente relacionada com a existência de uma sapata de um dos anexos demolidos.

5.3 Trabalhos de prospecção mecânica

5.3.1 Considerações gerais

Com o objectivo de esclarecer a natureza e estrutura geológica e geotécnica do maciço em estudo e para averiguar a natureza das anomalias eléctricas, foi definida uma campanha de prospecção mecânica, complementar, que constou da realização de 3 sondagens de furação à rotação (SR1 a SR3). As sondagens SR1 e SR2 situam-se dentro da área a escavar e conter e a sondagem SR3 fora da mesma.

5.3.2 Sondagens mecânicas

As sondagens foram executadas com um equipamento de furação ELLETTARI EK 450, montando num veículo todo-o-terreno (Figura 14), através da utilização de carotadores de parede simples e dupla com 76 e 86 mm de diâmetro. De forma a evitar contribuir para o desenvolvimento de fenómenos de instabilização, a furação foi realizada com o mínimo de água possível.



Figura 14 – Aspecto do equipamento de sondagem utilizado.



Figura 15 – Aspecto da amostragem de uma das sondagens efectuadas.

A análise macroscópica da amostragem obtida (Figura 15) permitiu identificar os diversos horizontes e enquadrá-los do ponto de vista litoestratigráfico, bem como, determinar alguns índices como sejam: a *percentagem de recuperação (%)*, o *"Rock Quality Designation" (RQD)*, o estado de fracturação (F) e de alteração.

Os índices referidos permitem aferir de forma qualitativa a qualidade do maciço. Assim, no que respeita à percentagem de recuperação (por manobra) classifica-se o maciço como sendo de boa qualidade e estando pouco alterado se se obtiverem valores superiores a 80%; entre 50 e 80% o maciço poderá estar medianamente alterado e possuir uma qualidade intermédia, para valores inferiores a 50% o maciço deverá estar muito alterado e apresenta uma qualidade deficiente.

Estes indicadores devem ser, contudo, ponderados com cautela, uma vez que dependem de vários factores, em particular com a forma como as sondagens são executadas (caudal de água utilizado, velocidade de furação, pressão na coroa, etc...) e são mais indicados para maciços rochosos duros, do que para maciços de solos rijos / rochas brandas.

O estado de fracturação (F) e de alteração (W), de acordo com a Sociedade Internacional de Mecânica das Rochas (SIMR), utilizado na classificação das sondagens, pode ser classificado em 5 classes principais.

No quadro seguinte apresenta-se uma síntese de alguns dos parâmetros registados nas sondagens efectuadas.

Quadro 1 – Sondagens mecânicas. Síntese de alguns parâmetros.

Sondagem N°	Profundidade (m)	Ensaio SPT	Amostras para ensaio	Níveis de água	RQD(%)	%Rec
SR1	40,00	-	7	-	0 - 45	20 - 100
SR2	30,20	-	-	-	0	25 - 100
SR3	29,90	2	1	-	0	40 - 100

Como se pode verificar pela análise do quadro anterior, as sondagens realizadas atravessaram um maciço muito fracturado e alterado, de onde resultaram valores de RQD muito baixos a nulos; constata-se, também, que a percentagem de recuperação medida é muito variável e típica de um maciço rochoso de qualidade fraca a média.

5.4 Ensaio de campo

Na sondagem SR3 foram realizados dois ensaios, normalizados, de penetração dinâmica SPT ("Standart Penetration Test"), em solos argilosos, aos 3,00 m e 4,50 m de profundidade, que forneceram ambos nega ($N_{SPT}=60$) com uma penetração de 23 cm e 8 cm, respectivamente. Estes valores traduzem a elevada consistência das formações de carácter argiloso, permitindo classificar as argilas como duras ($N>30$), a que correspondem valores de resistência à compressão simples superiores a 400 kPa.

5.5 Ensaio Laboratoriais

Em algumas sondagens, onde foi possível seleccionar amostras com dimensões apropriadas para a realização de ensaios laboratoriais, executaram-se ensaios de resistência à compressão uniaxial (ASTM D2850-87) e ensaios de carga pontual ("Point Load Test") em amostras irregulares. Com estes ensaios pretendeu-se estimar a resistência das formações, determinar o módulo de deformabilidade das mesmas e inferir sobre a resistência mobilizável em torno dos bolbos de selagem das ancoragens previstas.

As amostras foram classificadas, em termos de resistência, de acordo com a proposta da SIMR, que se apresenta no quadro seguinte.

Quadro 2 - Ensaio de compressão uniaxial e de carga pontual (PLT).

Sondagem (m)	Prof. (m)	Resistência à compressão simples				PLT	
		γ (kN/m ³)	σ_u (MPa)	S	E_{ti} (GPa)	$I_{s(50)}$ (MPa)	$\sigma_u/I_{s(50)}$
SR1	26,50	26	76	S2	28	22,5	3,4
SR1	31,00	26	38	S3	15	18,8	2,0
SR1	33,00	27	95	S2	16	10,8	8,8
SR1	34,00	26	31	S3	7	17,5	1,8
SR1	38,00	27	95	S2	52	6,9	13,7
SR1	39,00	26	24	S3	6	5,7	4,2
SR1	39,50	26	76	S2	34	26,6	2,9
SR3	6,40	24	123	S2	120	36,4	3,4

γ - peso específico total; σ_u - resistência na rotura; E_{ti} - módulo de deformabilidade tangente inicial; $I_{s(50)}$ - índice de resistência (ensaio PLT)

A análise do quadro anterior permite verificar que as formações ensaiadas exibem uma acentuada dispersão de valores, como se pode verificar pela relação $\sigma_u/I_{s(50)}$, o que dificulta o cálculo de um valor característico.

No entanto, globalmente os terrenos exibem uma resistência média (S3) a elevada (S2) e possuem uma deformabilidade baixa ($10 \text{ GPa} < E < 30 \text{ GPa}$) a muito baixa ($E > 30 \text{ GPa}$).

Duas amostras argilosas forneceram valores de módulo de deformabilidade inferior a 10 GPa, o que as classifica como possuindo uma deformabilidade média.

6. MECANISMO DE INSTABILIZAÇÃO

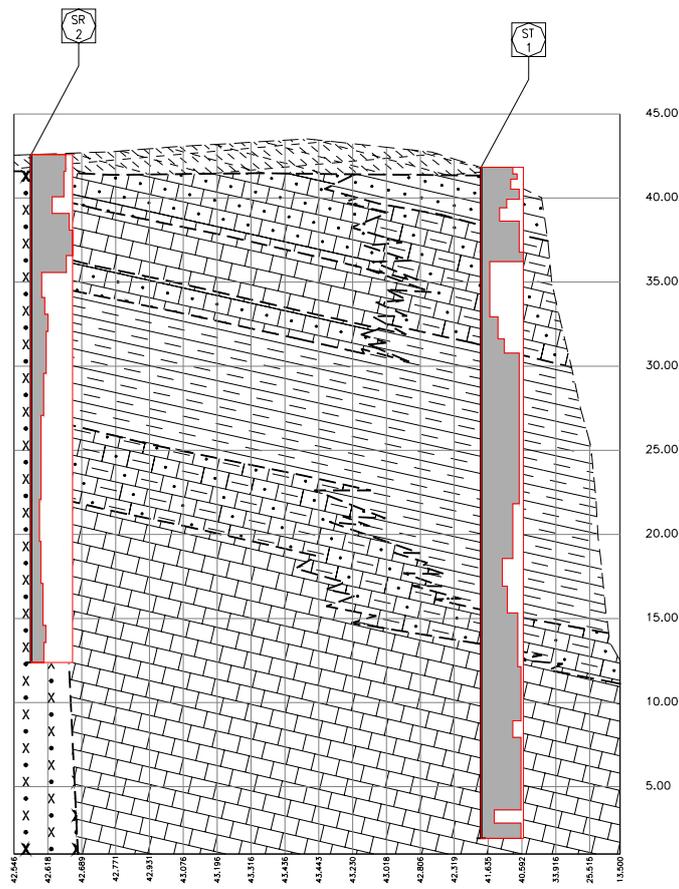
A análise integrada dos resultados obtidos nas sondagens e nos perfis geoelectricos permitiu elaborar vários cortes geológicos interpretativos, que revelaram a existência de um maciço

calco-margoso subhorizontal, com variações bruscas de fácies, no seio do qual existia uma chaminé vulcânica, subvertical, de natureza basáltica, desconhecida até então. Esta chaminé, constituída por basaltos sãos, muito duros, estaria a funcionar como eixo de rotação em torno do qual rodava o maciço calco-margoso. Esta hipótese, agora corroborada pelo modelo detectado, permite explicar as diferentes direcções e sentidos de deslocamento revelados pelos inclinómetros instalados no maciço.

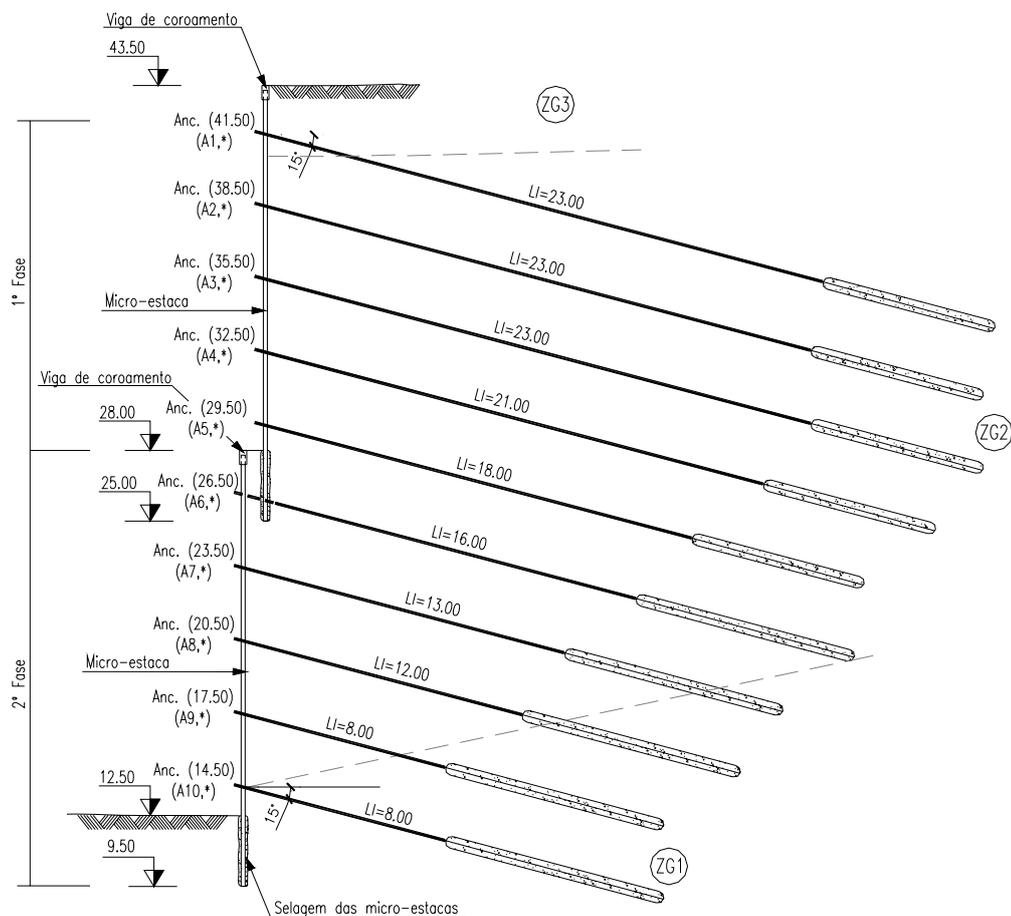
7. SOLUÇÕES DE ESTABILIZAÇÃO

Tendo em consideração o cenário (Figura 16) descrito anteriormente foram equacionadas diversas soluções de estabilização do talude. A primeira medida, implementada com carácter de urgência, foi o reperfilamento do maciço, reduzindo-se o volume de maciço potencialmente instabilizado. A segunda decisão foi o impedimento da demolição, como previsto, do muro em betão ciclópico que confinava e suportava o talude em questão.

Seguiram-se a adopção de medidas de drenagem superficial do maciço e a redefinição do programa de instrumentação geotécnica. Finalmente, a Estoril Sol decidiu remover todo o talude, aproveitando a escavação para construir uma nova torre com diversos pisos de estacionamento. Desta forma, foi desenvolvido o projecto de escavação e contenção periférica do talude que constava basicamente da construção de uma cortina de contenção em microestacas, multiancorada. Entretanto, tal solução foi abandonada, devido ao facto de todo o hotel ir ser demolido.



a)



b)

Figura 16 – Solução de contenção prevista para o talude. a) Corte geológico; b) cortina de contenção

8. CONCLUSÕES

Neste artigo apresentou-se um caso de estudo de um local onde as deformações patentes no maciço conduziram à demolição das edificações que se encontravam fundadas sobre ele. As leituras dos diversos dispositivos de observação instalados revelavam deslocamentos em várias direcções, o que conduziu à hipótese da presença de um deslizamento giracional.

Os trabalhos de prospecção geotécnica e ensaios executados, sobretudo os trabalhos de prospecção geoelectrica, evidenciaram a presença no maciço calco-margoso de um corpo subvertical, aproximadamente cilíndrico, que se veio a confirmar ser uma chaminé basáltica. Esta constituía o eixo em torno do qual se processava o deslizamento revelado pelos dispositivos de monitorização, confirmando-se, assim, a hipótese do deslizamento giracional.

Trabalhos posteriores, complementares, de prospecção geotécnica, realizados já em 2005, voltaram a validar os resultados obtidos em 2001 e o modelo estrutural admitido para o local. A

prospecção geoelétrica revelou-se, neste caso, como fundamental para a investigação do maciço e para o esclarecimento dos fenómenos de rotura existentes.

9. REFERÊNCIAS

INTECSA (2001) – “Cortina de contenção periférica na zona do anexo nascente do hotel Estoril-Sol”. Projecto de Execução.

INTECSA (2005) – “Estoril Sol SGPS. Complexo Imobiliário. Estudo geológico e geotécnico”.

10. AGRADECIMENTOS

Os autores desejam agradecer à Estoril-Sol, Turismo, Animação e Jogo, S.A. a autorização concedida para a publicação do presente artigo, bem como, à EPP – Engenharia, pelo apoio prestado e disponibilidade demonstrada para a realização deste trabalho.