

(1) Cláudio Amaral; (1) Ingrid Lima; (1) Leonardo Varejão; (1) Marcelo Santana; (2) Juliana Rodrigues; (1) Raquel Salles
(1) Serviço Geológico do Estado do Rio de Janeiro - DRM/RJ; (2) Faculdade de Geologia - UERJ

INTRODUÇÃO:

O escorregamento ocorreu no dia 26 de Julho de 2011 e afetou um trecho de encosta com forma convexa, com inclinação natural de 55°, coberto por vegetação rasteira, no qual havia uma canaleta de drenagem na parte média da encosta, que encontrava-se assoreada.

CARACTERÍSTICAS DO ESCORREGAMENTO:

O deslizamento é tipicamente planar, com 4m de profundidadel, e tem como superfície de ruptura a transição de um solo residual, rico em mica (cinza), silte-arenoso, para um horizonte de rocha alterada, pouco fraturada. Foi identificado a surgência d'água nos taludes e um nível d'água elevado nos poços das casas próximas à área afetada. Foram observadas trincas de recalque diferencial em outros prédios fora da superfície de ruptura, o que evidencia que o escorregamento é antigo e apenas foi acelerado recentemente.

As investigações geológicas apontaram observações importantes sobre as características da encosta, tais como:

- i. O solo residual é estruturado, típico de um perfil de intemperismo desenvolvido sobre o gnaisse xistoso, mas expõe fraturas tectônicas que facilitam a infiltração de água até o topo rochoso;
- ii. O solo residual é rico em mica, o que o torna mais susceptível à erosão. No entanto, ele possui boas características de resistência ao cisalhamento;
- iii. O horizonte de rocha pouco alterada controla a elevação do nível d'água e restringe a superfície de ruptura à transição para um horizonte de rocha muito alterada.

Análises de escorregamentos em situações geológicas semelhantes, levando em conta as boas propriedades dos solos residuais quando seco, mostram que a aceleração deste tipo de movimento de massa só ocorre quando o nível d'água na base da superfície de ruptura se eleva significativamente. Isto provoca um acréscimo da poro-pressão no contato solo-rocha, reduzindo a resistência ao cisalhamento. No entanto, para que a elevação do nível d'água na encosta seja suficiente para provocar sua ruptura é necessário períodos de chuvas intensas e prolongadas. Neste caso, não há registro de chuvas significativas antecedentes ao escorregamento.

Em função do conhecimento prévio dos problemas de estabilidade de taludes no Estado do Rio de Janeiro (acumulado em 20 anos de projetos de pesquisa acadêmica e prática diária de campo), ficou evidente a presença de fatores externos envolvidos, como, por exemplo, a presença de tubulação d'água rompida a montante da encosta. Sendo assim, uma análise preliminar das condições do escorregamento indicou que:

- i. A encosta esteve submetida à ruptura planar desde a sua primeira escavação, provavelmente, há 30 anos;
- ii. A evolução do movimento de massa foi acelerada por novas escavações sucessivas no pé do talude;
- iii. A evolução do escorregamento se deu, provavelmente, porque se atingiu uma saturação mínima do pacote de solo, da ordem de 3m de altura;
- iv. Os índices pluviométricos registrados nos últimos 03 meses não foram suficientes para criar esta saturação tão significativa do solo.

As Figuras 1a e 1b apresentam a encosta antes e depois do escorregamento, respectivamente. A Figura 2 apresenta a vista frontal do escorregamento após o colapso dos prédios.



Figura 1. Situação da encosta antes e depois do escorregamento.



Figura 2. Vista frontal do escorregamento.

MEDIDAS EMERGENCIAIS:

Diagnosticadas as causas preliminares do escorregamento, foram sugeridas ações emergenciais para redução do risco de ampliação da área afetada. Estas ações envolveram:

- i. A manutenção da interdição dos prédios, da praça e das ruas afetadas;
- ii. A execução de DHPs (drenos sub-horizontais profundos) na base do talude do terreno vazio ao lado dos prédios colapsados (Figura 3);
- iii. O bombeamento contínuo e monitorado de todos os poços d'água identificados na área;
- iv. A limpeza gradual do talude, de cima para baixo, com remoção manual das partes já deslizadas;
- v. A implantação de tapume de madeira aos fundos do prédio No. 350 para altear o muro de contenção existente, com o objetivo de diminuir a possibilidade de novos materiais deslizados atingirem o prédio;
- vi. A avaliação das condições de estanqueidade das tubulações de água, esgoto sanitário e drenagem pluvial em toda região do entorno do escorregamento.



(A)



(B)

Figura 3. (a) Execução do DHP; (b) Detalhe do DHP.

RETROANÁLISE DO ESCORREGAMENTO:

A retroanálise da estabilidade foi realizada pela empresa Terrae Engenharia. Para a retroanálise das causas do escorregamento foi adotado um perfil de intemperismo constituído de uma camada delgada de aterro, solo residual maduro e solo residual jovem sobre rocha alterada. As propriedades dos solos utilizados são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Parâmetros dos solos.			
Material	Parâmetros do Solo		
	Peso Específico γ (kN/m ³)	Coesão c (kPa)	Ângulo de Atrito ϕ (°)
Aterro	17	5	26
Solo Residual Maduro	17	25	30
Solo Residual Jovem	18	25	32

A superfície crítica do escorregamento foi estabelecida, preliminarmente, levando em conta as informações do mapeamento de campo. O programa de análise de estabilidade por equilíbrio limite utilizado foi o GEOSLOPE - SLOPE/W. A análise considerou o talude seco e com nível d'água na parte média da camada de solo residual jovem, como apresentam as Figuras 4a e 4b, respectivamente.

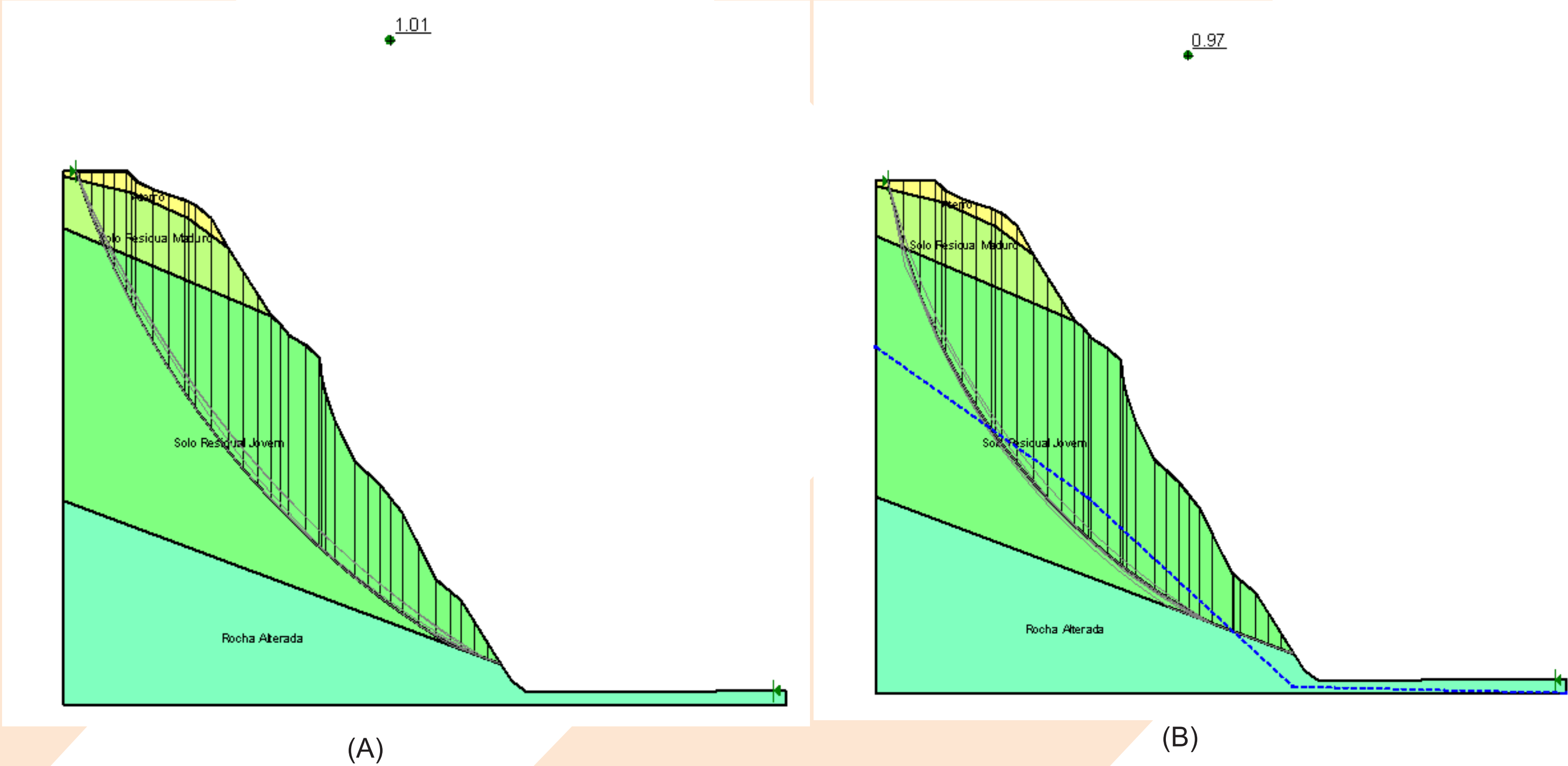


Figura 4. Análise de estabilidade: (a) Condição seca; (b) Nível d'água na parte média da camada de solo residual jovem.

Os resultados obtidos na retroanálise mostraram que a estabilidade do talude já estava comprometida, mesmo considerando o talude seco (FS = 1,01). Para a Segunda condição, considerando o nível d'água na parte média do solo residual jovem, obteve-se FS = 0,97. Isto mostra que a elevação do nível d'água foi suficiente para provocar a ruptura na encosta, que já havia sido submetida à ação antrópica, como cortes e aterros.

SUGESTÃO DE ESTABILIZAÇÃO DO TALUDE:

Para uma solução mais detalhada de estabilização da encosta necessita-se de uma caracterização geológica-geotécnica mais completa e precisa dos materiais e condicionantes envolvidos no escorregamento. No entanto, uma sugestão preliminar para a estabilização do talude envolveria as seguintes etapas:

- i. Limpeza da área afetada;
- ii. Execução de cortina atirantada na crista do talude escorregado, junto a Avenida Elias Jorge Geraidine, para garantir a integridade da via e dos prédios do entorno ao escorregamento;
- iii. Execução de muro de peso (tipo gabião) na base do talude, junto a Rua São Jorge;
- iv. Retaludamento e revegetação da encosta;
- v. Execução de um sistema de drenagem de águas pluviais constituído por canaletas e descidas d'água em concreto armado.

CONSIDERAÇÕES FINAIS:

O Escorregamento a jusante a Avenida Elias Jorge Geraidine foi um deslizamento planar que afetou a transição do solo residual jovem para a rocha. Verificou-se um elevado nível d'água na encosta adjacente ao escorregamento, embora não tenha ocorrido chuva nos dias anteriores a ruptura. A retroanálise da estabilidade mostrou que a encosta apresentava baixo fator de segurança, mesmo considerando-a na condição seca. Isto mostra que fatores antrópicos, tais como, cortes no pé da encosta e aterros, sem devidas intervenções de estabilização, corroboraram para ruptura da encosta.

Material	Parâmetros do Solo		
	Peso Específico γ (kN/m³)	Coesão c (kPa)	Ângulo de Atrito φ (°)
Aterro	17	5	26
Solo Residual Maduro	17	25	30
Solo Residual Jovem	18	25	32