

COMPORTAMENTO HIDROLÓGICO DE ENCOSTA EM SUBSTRATO  
ROCHOSO GRANÍTICO SOB INFLUÊNCIA DE DESLIZAMENTO RASO - NOVA  
FRIBURGO, RIO DE JANEIRO

**COMPORTAMENTO HIDROLÓGICO DE ENCOSTA EM SUBSTRATO  
ROCHOSO GRANÍTICO SOB INFLUÊNCIA DE DESLIZAMENTO RASO -  
NOVA FRIBURGO, RIO DE JANEIRO**

Silva, R.P.<sup>1</sup>; Machado, K.M.<sup>2</sup>; Sato, A.M.<sup>3</sup>; Coelho Netto, A.L.<sup>4</sup>; Becker, L.B.<sup>5</sup>; Silva  
Júnior, G.C.<sup>6</sup>; Lacerda, W.A.<sup>7</sup>; Pita, R.C.S.<sup>8</sup>;

<sup>1</sup>IGEO - UFRJ *Email*:pereira.roberta00@gmail.com;

<sup>2</sup>COPPE - UFRJ *Email*:karina.menezes@gmail.com;

<sup>3</sup>IGEO - UFRJ *Email*:sato@ufrj.br;

<sup>4</sup>IGEO - UFRJ *Email*:ananetto@acd.ufrj.br;

<sup>5</sup>POLI - UFRJ *Email*:leonardobecker@poli.ufrj.br;

<sup>6</sup>IGEO - UFRJ *Email*:gerson@acd.ufrj.br;

<sup>7</sup>COPPE - UFRJ *Email*:willyl@globo.com;

<sup>8</sup>IGEO - UFRJ *Email*:renatolp1@hotmail.com;

**RESUMO:**

Tendo a água como principal agente deflagrador dos deslizamentos em regiões tropicais, este trabalho objetivou o estudo hidrológico de uma encosta com um cicatriz de deslizamento do tipo translacional raso, no evento extremo de chuva de Janeiro de 2011, Nova Friburgo-RJ. Para o entendimento da influência da água subterrânea na deflagração dos movimentos de massa, a área foi sondada e instrumentada, visando a caracterização física da encosta.

**PALAVRAS CHAVES:**

*hidrologia de encosta; deslizamentos; caracterização física*

**ABSTRACT:**

Water is the main triggering agent of landslides in tropical regions, therefore this research aimed to study the hydrological behavior of a slope with a scar of shallow translational landslide, occurred in the extreme rain event of January 2011, Nova Friburgo-RJ. In order to understand the influence of groundwater in the triggering of mass movements, the area was drilled and instrumented for the analysis of slope physical characterization.

**KEYWORDS:**

*slope hydrology; landslides; physical characterization*



COMPORTAMENTO HIDROLÓGICO DE ENCOSTA EM SUBSTRATO  
ROCHOSO GRANÍTICO SOB INFLUÊNCIA DE DESLIZAMENTO RASO - NOVA  
FRIBURGO, RIO DE JANEIRO

modificada, as partículas do solo não são dispersas, e, por isso, os resultados refletem as condições dos agregados do solo em campo. Nesta pesquisa utilizou-se também o método geofísico GPR para a obtenção de dados referentes à espessura e profundidade das camadas de solo, diferenças entre horizontes e localização de blocos em subsuperfície. Para a aquisição dos dados empregou-se uma antena de 200 MHz, que permite um alcance ótimo até 5 metros de profundidade. A escolha dessa antena associa-se aos fatores limitantes da encosta.

## RESULTADOS

## E

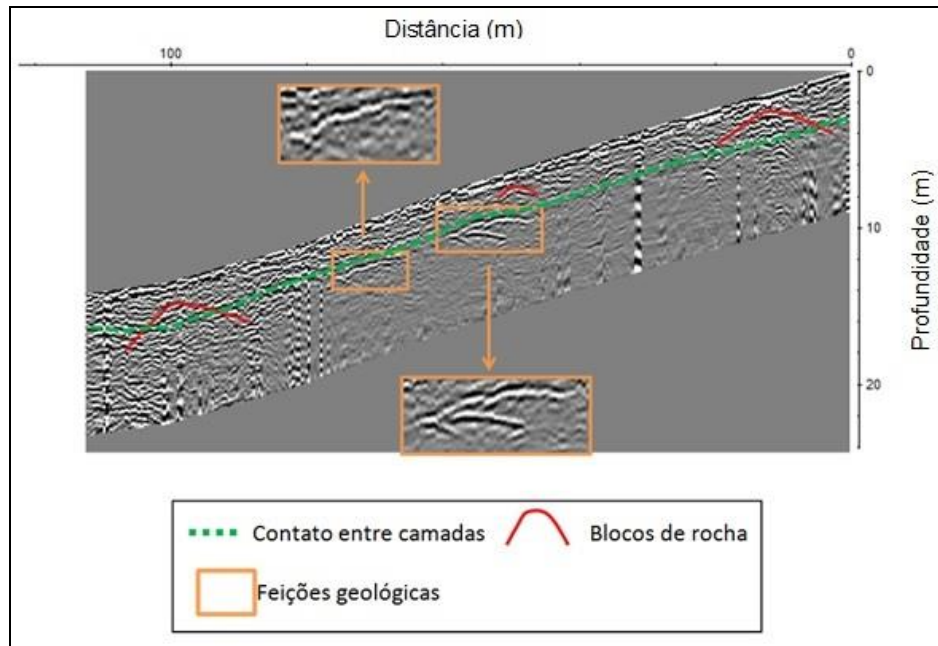
## DISCUSSÃO:

Os resultados das análises tátil-visuais e granulométricas apontaram a existência de duas camadas de solo: laterítica (espessura entre 1,5m e 5m) e saprolítica (espessura > 10m). Foram ensaiadas 57 amostras de solo representativas do perfil, com e sem uso de defloculante e aparelho dispersor, totalizando 114 análises granulométricas. Segundo triângulo textural proposto por Lemos e Santos (1996), os solos ensaiados com uso de dispersor e defloculante (CD) foram classificados, de uma maneira geral, como franco arenosos, já os solos ensaiados sem uso de dispersor e defloculante (SD) foram classificados, em sua maioria, como areia franca (Figura 1). Os percentuais de argila e silte foram os que sofreram maior alteração, quando comparado o método ABNT e a metodologia modificada. Nos solos classificados como lateríticos são encontrados altos percentuais de argila (20– 30%) nos ensaios CD, no entanto, nos ensaios SD os percentuais de argila para estes mesmos solos são nulos. Este fato está relacionado à formação do solo laterítico, que se dá pela atuação do intemperismo físico e principalmente químico, através da lixiviação de partículas, dando origem a um solo com estrutura estável e porosidade elevada com formação de grumos (COZZOLINO e NOGAMI, 1993; FOOKES, 1997). A argila em grumos assume o comportamento hidrológico de partículas de silte e até mesmo de areia fina (RODRIGUEZ, 2005; FONSECA, 2006; LEAL, 2009). Os solos classificados como saprolíticos apresentaram menores percentuais de argila (~10%) e maiores percentuais de areia (40–60%), devido a menor ação intempérica. Como evidenciado pelas estruturas reliquias, apresentam manchas, xistosidades, vazios e outras características inerentes à rocha matriz. Sua composição mineralógica é dependente do tipo de rocha que é derivado, neste caso o granito Andorinha que confere uma coloração acinzentada ao saprolito (JUNHO, 1990) e do grau de intemperismo sofrido por esta (FUTAI, 1999). Diferentemente do esperado, os solos saprolíticos apresentaram índices de vazios (e) entre 1,11 e 1,26, valores estes, maiores do que os solos em processo de laterização, nos quais os índices de vazios variaram de 0,90 a 1,17. Para mesma área de estudo, Avelar et. al (2013) encontraram valores de e entre 0,97 e 1,61 para solos lateríticos e 0,77 e 1,03 para saprolíticos. Já Machado (2013) encontrou valores entre 0,88 e 1,09 nos solos saprolíticos. A diferença entre os índices de vazios encontrados na encosta pode ser justificada pela heterogeneidade e anisotropia do solo, visto que as amostras foram coletadas de diferentes locais. A existência de duas camadas de solo também foi evidenciada pelos resultados iniciais dos ensaios de condutividade hidráulica in situ (k). De maneira geral, os piezômetros instalados no solo laterítico obtiveram valores de k uma ordem de grandeza maior do que os piezômetros em solos saprolíticos. Este fato corrobora a relação entre condutividade hidráulica e propriedades físicas do solo, como: tamanho das frações granulométricas, volume e arranjo dessas partículas no solo



COMPORTAMENTO HIDROLÓGICO DE ENCOSTA EM SUBSTRATO  
ROCHOSO GRANÍTICO SOB INFLUÊNCIA DE DESLIZAMENTO RASO - NOVA  
FRIBURGO, RIO DE JANEIRO

Figura 2



Radargrama longitudinal da encosta alva da pesquisa.

### CONSIDERAÇÕES

Informações extraídas das análises granulométricas, aliadas aos dados de condutividade hidráulica, aos resultados obtidos com o uso do GPR e às observações de campo permitiram a constatação da existência de duas camadas de solo com condutividades hidráulicas diferentes, sendo a mais superficial mais condutiva. Este dado sugere a formação de um lençol suspenso em eventos extremos de chuva. As características de condutividade hidráulica do solo aliadas a presença de blocos, como evidenciado pelo radargrama, pode favorecer o processo de exfiltração na encosta, que tende a contribuir para a instabilidade da mesma. Os blocos evidenciados pelo GPR e também observados ao longo da encosta podem exercer a mesma função que os diques de diabásio do estudo de Lacerda (1999). A influência dos blocos rochosos aliada a diferenças de condutividade hidráulica formam um cenário propício a ocorrência de fluxos instabilizadores na encosta.

### FINAIS:

### AGRADECIMENTOS:

Gostaria de agradecer a colaboração dos Laboratórios Geo-Hidroecologia (IGEO – UFRJ) e Hidrogeologia (IGEO – UFRJ), o Laboratório de Mecânica dos Solos (Poli – UFRJ) e o Laboratório de Geotecnia (COPPE – UFRJ), que através da pesquisa científica, buscam aprofundar o conhecimento sobre os diferentes mecanismos que regulam a dinâmica das encostas. E as agências de fomento à pesquisa CAPES, Cnpq e FAPERJ que viabilizaram financeiramente a execução desta pesquisa.

### REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. 1984. NBR 7181. Solo – Análise Granulométrica.

### BIBLIOGRÁFICA:

COMPORTAMENTO HIDROLÓGICO DE ENCOSTA EM SUBSTRATO  
ROCHOSO GRANÍTICO SOB INFLUÊNCIA DE DESLIZAMENTO RASO - NOVA  
FRIBURGO, RIO DE JANEIRO

- AVELAR, A. S.; COELHO NETTO, A. L.; LACERDA, W. A.; BECKER, L. B.; MENDONÇA, M. B. 2011. Mechanisms of the recent catastrophic landslides in the mountainous range of Rio de Janeiro, Brazil. In: Anais to The Second World Landslide Forum - Abstract Book.
- COELHO NETTO, A. L. ; SATO, A. M. ; AVELAR, A. S. ; Vianna, L. G. G. ; ARAÚJO, I. S. ; FERREIRA, D. L. A. ; LIMA, P. H. ; SILVA, A. P. A. ; SILVA, R. P. 2013 . January 2011: The Extreme Landslide Disaster in Brazil. In: Claudio Margottini; Paolo Canuti; Kyoji Sassa. (Org.). Landslide Science and Practice. 1ed. Berlin: Springer Berlin Heidelberg, v. 6, 377-384p.
- COZZOLINO, V. M. N.; NOGAMI, J. S. 1993. Classificação geotécnica MCT para solos tropicais. Solos e Rochas, v.16, 77-91p.
- CRUZ, P. T. 1996. 100 barragens brasileiras: casos históricos, material de construção, projeto. Oficina de Textos, São Paulo, 2ª edição.
- FERNANDES, N. F. 1990. Hidrologia subsuperficial e propriedades físico-mecânicas dos complexos de rampa, Bananal (SP). Dissertação de mestrado. Instituto Geociências – UFRJ. 151p.
- FERNANDES, N.; GUIMARÃES, R. F.; GOMES, R. A. T.; VIEIRA, B. C.; MONTGOMERY, D. R.; GREENBERG, H. 2001. Condicionantes Geomorfológicos dos Deslizamentos nas Encostas: Avaliação de Metodologias e Aplicação de Modelo de Previsão de Áreas Susceptíveis. Revista Brasileira de Geomorfologia. v, 2, 51-71p.
- FONSECA, A. P. 2006. Análise de mecanismos de escorregamento associados a voçorocamento em cabeceiras de drenagem na bacia do rio Bananal (SP/RJ). Tese de doutorado, COPPE/UFRJ. 348p.
- FOOKES, P. G. 1997. Geology for engineers: the geological model, prediction and performance. Quarterly Journal of Engineering Geology and Hydrogeology. v. 30, 293-424p.
- FUTAI, M. M. 1999. Propriedades geotécnicas de solos saprolíticos e rochas alteradas de filito. In: IX Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia, São Pedro – SP. 15p.
- GUIDICINI, G., NIEBLE, C. M. 1984. Estabilidade de taludes naturais e de escavação. São Paulo. Edgard Blücher; Ed. da Universidade de São Paulo. 194p.
- HILLEL, D. 1980. Fundamentals of soil physics. San Diego, California: Academic press.
- JUNHO, M.C.B. 1990. Contribuição à Petrologia dos Maciços Graníticos de Pedra Branca, Frades e Nova Friburgo – RJ. Tese de doutorado. Instituto de Geociências – UFRJ. 172 p.
- LACERDA, W.A. 1999. Local instability in saturated colluvial slopes in southern Brazil. In: International Symposium on Slope Stability Engineering, Shikoku, Japan. v.1, 199-204p.
- LAMBE, T. W.; WHITMAN, R. V. 1969. Soil Mechanics. New York: John Wiley. 553 p.
- LEAL, P. J. V. 2009. Crescimento de Redes de Canais e Pirataria de Água Subterrânea em Vales de Cabeceira de Drenagem. Tese de doutorado. Instituto de Geociências – UFRJ. 213p.
- LEMOS, R. C.; SANTOS, R. D. 1996. Manual de descrição e coleta de solo no campo. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo – Centro Nacional de Pesquisa de Solos. 3ª Ed., SP. 86p.

COMPORTAMENTO HIDROLÓGICO DE ENCOSTA EM SUBSTRATO  
ROCHOSO GRANÍTICO SOB INFLUÊNCIA DE DESLIZAMENTO RASO - NOVA  
FRIBURGO, RIO DE JANEIRO

MACHADO, K. M. 2013. Retroanálise de um Deslizamento de Encosta no Município de Nova Friburgo – RJ. Trabalho de conclusão de curso Escola Politécnica – UFRJ. 63 p.

MINISTÉRIO PÚBLICO – RIO DE JANEIRO. Desastre Região Serrana. Disponível em: <http://www.mprj.mp.br/>

RODRIGUEZ, T. T. 2005. Proposta de Classificação Geotécnica para Colúvios Brasileiros. Tese de doutorado COPPE - UFRJ. 370p.

SECRETARIA DE ESTADO DA DEFESA CIVIL DO RIO DE JANEIRO– SEDEC. Rio de Janeiro. Disponível em: <http://www.rj.gov.br/web/sedec>.

SILVA, R. P. 2014. Comportamento hidrológico de uma encosta de substrato rochoso de granito sob influência de deslizamento raso - Nova Friburgo, Rio de Janeiro. Dissertação de mestrado. Instituto Geociências – UFRJ. 151p.