



GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

## VARIAÇÃO DA CONDUTIVIDADE HIDRÁULICA SATURADA SOB COBERTURA DE FLORESTA SECUNDÁRIA INICIAL: subsídios à modelagem física dos movimentos gravitacionais translacionais rasos.

Ilgner Pereira Bernardo <sup>(a)</sup>, Roberta Pereira da Silva <sup>(c)</sup>, Joana Stingel Fraga <sup>(d)</sup>,  
Ana Luiza Coelho Netto <sup>(b)</sup>

- (a) Graduando em Geografia-UFRJ e Bolsista CNPq de Iniciação Científica no GEOHECO-UFRJ, Email: il\_gner@yahoo.com.br
- (b) Professora Titular, Coordenadora do GEOHECO/Lab. de Geo-Hidroecologia e Gestão de Riscos do Departamento de Geografia/UFRJ, Email: ananetto@acd.ufrj.br
- (c) Doutoranda, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil/Universidade Federal do Rio de Janeiro e Pesquisadora do GEOHECO-UFRJ; Email: pereira.roberta00@gmail.com
- (d) Doutoranda, Programa de Pós-Graduação em Geografia e Meio Ambiente/PUC-RJ e Pesquisadora do GEOHECO-UFRJ; Email: joana.sfraga@gmail.com

### Eixo: Riscos e desastres naturais

#### Resumo/

O trabalho mensurou a condutividade hidráulica saturada sob cobertura florestal secundária degradada em Nova Friburgo (RJ) e observou redução até 1m de profundidade (1,73E+02 - 6,74E+00 mm/h). Essa descontinuidade hidráulica pode influenciar nas propriedades mecânicas do solo favorecendo a geração de um lençol suspenso temporário durante eventos extremos de chuva e deflagração de movimentos de massa como ocorrido em Janeiro de 2011 na Região Serrana do Estado do Rio de Janeiro.

**Palavras chave: condutividade hidráulica saturada, cobertura vegetal, movimentos de massa.**

### 1. Introdução

A capacidade de movimentação da água em subsuperfície é expressa através da condutividade hidráulica, respondendo às interações entre os componentes do solo (tamanho das partículas, volume e arranjo), que combinados com a presença de fissuras, escavação animal e raízes resultam em caminhos preferenciais de percolação da água. Descontinuidades hidráulicas formadas no perfil do solo em eventos extremos de chuva podem favorecer a formação de zonas saturadas suspensas possibilitando a detonação de movimentos gravitacionais de massa, genericamente denominados deslizamentos ou escorregamentos, causando onerosas perdas à sociedade.

O município de Nova Friburgo na Região Serrana do Estado do Rio de Janeiro foi um dos mais atingidos pelo desastre catastrófico de Janeiro de 2011 com a deflagração de



milhares de deslizamentos em associação aos condicionantes de terreno. Um primeiro mapeamento destas ocorrências numa área de 423km<sup>2</sup> no município realizado por Coelho Netto *et al.*, (2013) evidenciaram que de 3.622 deslizamentos, 64% ocorreram em áreas florestais quando sobrepostas a mapas de vegetação e uso do solo na escala de 1:100.000 elaborados por Madureira *et al.*, (2008)

Pesquisas de campo no entanto evidenciaram que estes remanescentes florestais encontravam-se em estado de degradação, com enraizamento sobretudo fino e superficial (até 30cm). Mapeamento detalhado (1:5.000) da vegetação realizado na sub-bacia do Córrego D'Antas (53km<sup>2</sup>), também no município evidenciou que do total de 244 cicatrizes de deslizamentos, 56,84% ocorreram em florestas secundárias degradadas e 31,98% em encostas sob gramíneas (COUTINHO, 2014). Marques *et al.*, (2018) revelaram que as gramíneas mantem o solo saturado a 1m armazenando água mesmo em períodos de estiagens, enquanto na floresta degradada a umidade varia de forma rápida no metro superior do solo entre períodos chuvosos e de estiagens. A profundidade de ruptura da estabilidade das encostas neste evento ocorreu entre 0,5-2m (AVELAR *et al.*, 2011).

Este estudo ampliou a amostragem e profundidade dos ensaios sobre as variações de condutividade hidráulica saturada ( $K_{sat}$ ) em solos sob floresta degradada, iniciada no trabalho de Fraga (2014) para melhor caracterizar este parâmetro em profundidade e avaliar as discontinuidades hidráulicas sob cobertura florestal secundária, como subsídio à compreensão da geração de deslizamentos. Essa área de estudo situa-se numa encosta que drena para o Córrego do Roncador, adjacente a bacia do Córrego D'Antas.

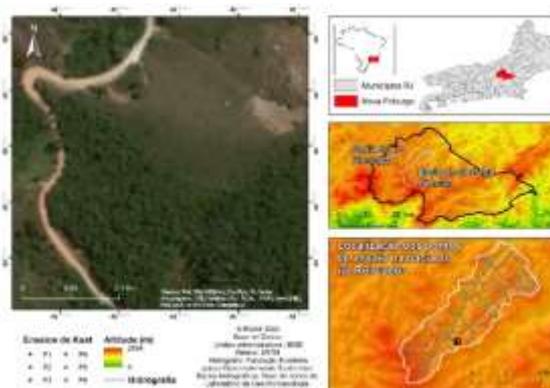


Figura 1: Localização dos pontos amostrais na área de estudo



## 2. Materiais e Métodos

Ensaio de  $K_{sat}$  foram realizados *in situ* em um fragmento florestal de estágio secundário de sucessão, de 25 anos. Utilizou-se um Permeâmetro Compacto de Carga Constante (*Amozeometer*) nas profundidades de 20cm, 50cm, 1m, 1,2m e 1,5m, distribuídos em 6 pontos amostrais, totalizando 30 ensaios. Os valores obtidos nos ensaios de campo foram processados por meio do programa Excel e os resultados de condutividade hidráulica saturada foram calculados através da equação matemática *Glover Solution*.

## 3. Resultados e discussões

Os resultados dos testes de  $K_{sat}$  variaram espacialmente, de um ponto a outro ensaiado, como em profundidade, seguindo o perfil do solo (figura 1). Pode ser observado, respectivamente, queda constante dos valores médios de permeabilidade entre 20cm, 50cm e 1m ( $1,73E+02$  mm/h;  $1,65E+01$  mm/h;  $6,74E+00$  mm/h) com incipiente aumento entre 1,2m e 1,5m ( $1,77E+01$  mm/h;  $2,87E+01$  mm/h). O desvio padrão dos dados apresenta queda entre 20cm, 50cm e 1m (64,3; 13,8; 11,2), com baixa variação entre 1,2m e 1,5m (17,2; 23,6).

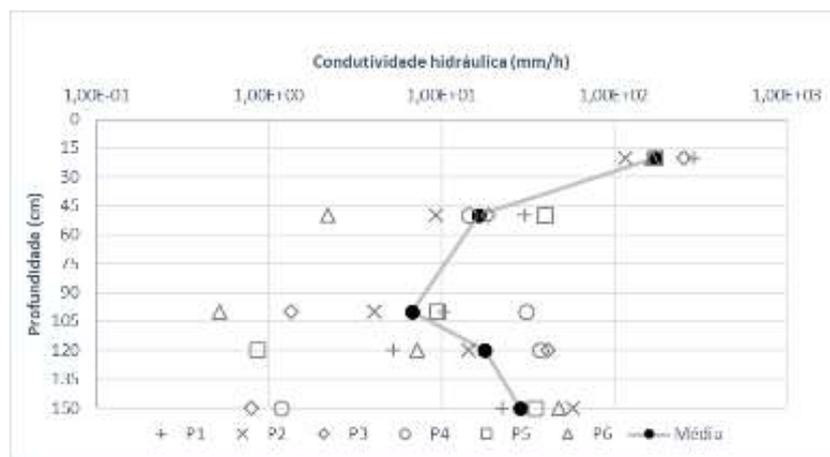


Figura 2: Variação da condutividade hidráulica saturada por ponto amostral e profundidade

Variações no perfil do solo relacionado a maior presença de raízes e animais escavadores a 20cm do que a 1m pode ser responsável pela maior permeabilidade nesta camada mais superficial, evidenciado ao abrir algumas trincheiras em campo, como também notado por Archer *et al.*, (2013). Os autores obtiveram uma correlação direta entre a presença de raízes, animais da fauna endopendônica e aumento da permeabilidade dos solos estudados.



GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

As raízes atuam no aumento das taxas de percolação da água em subsuperfície ao criar caminhos preferenciais de transmissão da água por meio de canais estáveis formados durante seu crescimento e decomposição. (JANSEN, 2001; GHESTEM *et al.*, 2011).

Os ensaios de  $K_{sat}$  conduzidos por Fraga (2014) na mesma área, com um Permeâmetro de Guelph até 75cm, evidenciou uma redução até esta profundidade, associado ao decréscimo da densidade de biomassa de raízes finas. Foi observado ainda que 25% dos indivíduos arbóreos eram de espécies pioneiras e 45% de estágio sucessional secundário inicial, com 12,9% das árvores mortas. Marques *et al.*, (2018) observaram redução da biomassa de raízes finas na mesma área, entre 20cm e 1m (556,2g/m<sup>3</sup>; 143,5g/m), sem oscilações significativas nas frações granulométricas do solo. Através da sucção do solo os últimos autores notaram ocorrência de saturação a 1m em eventos de chuva forte. A conjugação dos dados de ambos os estudos elucidam o tipo de fragmentos florestais envolvidos nos deslizamentos de janeiro de 2011: pequenos remanescentes e com alto número de indivíduos mortos (guardando heranças de uso degradante) enraizamentos rasos que não promovem a ancoragem do solo e injetam água até profundidade crítica, criando condições para saturação do solo e detonação de deslizamentos frente a eventos extremos de chuva.

#### **4. Considerações finais**

Os resultados encontrados neste trabalho ajudam a caracterizar a permeabilidade deste tipo de cobertura vegetal e entender as taxas de movimentação da água em subsuperfície e inferir profundidades consideradas críticas para estabilidade de encostas, conjugado com os trabalhos descritos. Como desdobramentos futuros pretende-se aprofundar o número de pontos amostrais, bem como caracterizá-los quanto a suas propriedades granulométricas e de raízes, na busca de um entendimento mais detalhado dos controles florestais-hidrológicos locais associados a ocorrência de deslizamentos.

#### **5. Agradecimentos**

Os autores agradecem as agências de fomento à pesquisa CAPES, FAPERJ e CNPQ pelo apoio financeiro concedido ao desenvolvimento do trabalho e bolsas de pesquisas.

#### **6. Referências Bibliográficas**



GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

ARCHER, N.A.L.; BONELL,M.; COLES,N.; MACDONALD,A. M.; AUTON, A.A.; STEVENSON, R. Soil characteristics and landcover relationships on soil hydraulic conductivity at hillslope scale: a view toward local flood management. **Journay of Hydrology**, v. 497, 496, p. 208-22, 2013.

AVELAR, A. S., COELHO NETTO, A. L., LACERDA, W. A., BECKER, L. B., &MENDONCA, M. B. Mechanisms of the recent catastrophic landslides in the mountainous range of Rio de Janeiro, Brazil. In Proceedings of the Second World Landslide Forum Vol. 3, 2011

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. (2011) January 2011: the extreme landslide disaster in Brasil. In MARGOTTINI, C.; CANUTI, P.; SASSA, K. (org.) **Landslides Science and Practice**. Springer-Verlag, Berlin: p. 265-270

COUTINHO, B. H. INDICADORES GEO-HIDROECOLÓGICOS DE SUSCETIBILIDADE DAS ENCOSTAS FRENTE A EROSÃO E MOVIMENTOS DE MASSA EM REGIÃO MONTANHOSA TROPICAL UMIDA: suporte metodológico para zoneamentos de riscos em diferentes escalas de análise espacial. Relatório Técnico Pós-Doutorado. 2015

FRAGA, J. S. Aspectos vegetacionais relevantes à hidrologia de floresta secundária com idades distintas: subsídios à compreensão de estabilidade de encostas. 2014. 125 p. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014.

GHESTEM, M., SIDLE, R. C., STOKES, A. The influence of plant root systems on subsurface flow: Implications for slope stability. *BioScience*, v. 61, n. 11, p. 869-879, 2011

JANSEN, R. C. Distribuição dos Sistemas Radiculares em Encostas Florestadas e sua influência sobre a Infiltração. Dissertação de Mestrado. Programa de PósGraduação em Geografia. UFRJ. Rio de Janeiro, 2001. 118 p.

MARQUES, M.C.O, COELHO NETTO, A.L., SATO, A.M. Influência de floresta secundária e gramínea na deflagração de deslizamentos translacionais rasos em Nova Friburgo, Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, São Paulo, v.19, n.4, p. 793-806, 2018.

MADUREIRA C., SANCHES R., BASTOS, R. (2008) VEGETATION AND LAND USE MAP OF RIO DE JANEIRO STATE (SCALE 1:100,000), Em: COELHO NETTO A.L., AVELAR A.S., FERNANDES M.C., COUTINHO B., FREITAS L. , 2008, Relatório Técnico da Qualidade Ambiental do Estado do Rio de Janeiro (1:100.000): subsídios para o zoneamento ecológico-econômico. Secretaria do Ambiente do Estado do Rio de Janeiro.