

ANÁLISES ESTATÍSTICAS NORMATIZADAS DE CICATRIZES DE ESCORREGAMENTO COMO SUBSÍDIO A ESTUDOS DE RETRO-ANÁLISE DE MOVIMENTOS DE MASSA: APLICAÇÃO EM CARAGUATATUBA E SÃO SEBASTIÃO (SP)

*Claudia Vanessa dos Santos Corrêa, Fábio Augusto Gomes Vieira Reis, Lucília do Carmo Giordano, Beatriz Marques Gabelini, Rodrigo Irineu Cerri, Felipe Sisto, Camila Jardimetti Chaves

UNESP, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Campus de Rio Claro, claudiageobrax@yahoo.com.br

Os desastres naturais constituem hoje uns dos grandes problemas socioeconômicos mundiais. Dentre estes se destacam os escorregamentos, movimentos de massa que ocorrem, sobretudo, nas encostas e possuem grande raio de alcance. Na tentativa de mitigar e compreender a dinâmica desses processos, diversos métodos vêm sendo empregados no cenário mundial e nacional, como a retro-análise, que através do resgate histórico das variáveis que influenciaram ocorrência desses processos combinam estudos de retro-análise à interpretação de imagens de sensoriamento remoto, a caracterização geológico-geotécnica e a análise do uso e da ocupação da terra. Nesse sentido, o objetivo deste trabalho é o de apresentar os resultados obtidos pelas análises quantitativas das cicatrizes de escorregamento entre 1967 e 2011 na região de Caraguatatuba (SP) e São Sebastião (SP) e suas correlações com as variáveis Declividade e Geologia, com a finalidade de apontar áreas-alvo à ocorrência de escorregamentos. Para tal, foram utilizadas cartas topográficas em escala 1:50.000 do IBGE das folhas Caraguatatuba, Pico do Papagaio, Maresias e São Sebastião, ortofotos em escala 1:10.000 da Emplasa (2011) e mapa de cicatrizes de escorregamento elaboradas por trabalhos já realizados na literatura. A maior parte das cicatrizes, para ambos os cenários, concentram-se nas bacias hidrográficas do Pau D’Alho, Canivetal e Santo Antônio. Em ambos os cenários (1967 e entre 1967 a 2011) os locais mais atingidos por movimentos de massa foram aqueles situados na região serrana, devido às suas características fisiográficas (altos valores de declividade, relevo escarpado a serrano e existência de canais de primeira ordem). Os canais de primeira ordem principalmente foram atingidos pelos escorregamentos generalizados, que, segundo a literatura, rapidamente se modificaram para extensas corridas de detritos. Nos trabalhos de campos realizados no local foi verificada a existência de resquícios deste grande processo, o que corrobora a ocorrência de movimentos de massa do tipo *debris flow* pretéritos. Outras bacias hidrográficas, localizadas ao sul da área de estudo, apresentaram registros de movimentos de massa após o ano de 1967. Entretanto, as características fisiográficas dos locais atingidos se assemelham àquelas do evento de 1967: unidades geológicas relacionadas ao Embasamento Cristalino, declividades com valores maiores que 20° e morfologias escarpadas e serranas. Ademais, nota-se que algumas cicatrizes de escorregamento do evento de 1967, que não foram recuperadas até o ano de 2011, atuaram como locais de maior vulnerabilidade a movimentos de massa, uma vez que existem resquícios destes processos adjacentes ou muito próximos a estas cicatrizes.

Referências bibliográficas

- ALMEIDA, F. F. M. Fundamentos Geológicos do Relevo Paulista. **Boletim do Instituto de Geografia e Geologia**, São Paulo, n. 41, p. 169-263. 1964.
- AUGUSTO FILHO, O. **Cartas de risco de escorregamentos: uma proposta metodológica e sua aplicação no município de Ilhabela, SP**. Dissertação (Mestrado em Engenharia), Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1992. 162 p.
- BRUNSDEN, D.; PRIOR, D. B. **Slope Instability**. Chichester: John Wiley, 1984.

CORRÊA, C.V.S.; REIS, F.A.G.V.; AMARAL, A.M.C.; COURA, M.M.; GIORDANO, L.C.; CHAVES, C.J. Caracterização geológica-geomorfológica dos principais movimentos de massa na região sudeste do Brasil entre os anos de 1967 e 2011 como subsídio a estudos de retroanálise. In: Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia e Ambiental, 15, Recife, 2015. **Anais...** Bento Gonçalves: ABGE, 2015. CD-ROM.

CRUZ, O. **A Serra do Mar e o litoral na área de Caraguatatuba-SP – contribuição à geomorfologia litorânea tropical**. Tese (Doutorado) - Geografia, Universidade de São Paulo. 181p., 1974.

EM-DAT. **International Disaster Database**. 2008. Disponível em: <www.emdat.be>. Acesso em: 02 fev. 2017.

FERNANDES, N. F. e AMARAL, C. P. Movimentos de massa: uma abordagem geológico-geomorfológica. In: Guerra, A.J.T. e Cunha, S.B. (Orgs.). **Geomorfologia e Meio Ambiente**. Rio de Janeiro: Bertrand, 1996. p. 123- 194.

FRAU, C. M.; PINO, L. M.; ROJAS, Y. O.; HERNÁNDEZ, Y. M. Modelamiento geométrico del cambio de coordenadas UTM causadas por mudanza de referencial geodésico. Caso SIRGAS – Chile. **Boletim Ciências Geodésicas**, Curitiba, v. 18, n. 4, p.583-604, 2012.

FERREIRA, M. V.; RIEDEL, P. S.; LOPES, E.S.S.; MERINO, E.R. Comparação entre diferentes critérios para elaboração de mapas de suscetibilidade aos escorregamentos-exemplo do município de Cubatão, SP. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 60, p. 385-400, 2008.

FÚLFARO, V.; PONÇANO, W. L.; BISTRICHI, C. A.; STEIN, D. P. Escorregamentos de Caraguatatuba: expressão atual, e registro na coluna sedimentar da planície costeira adjacente. In: Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia, 1976. **Anais...** Rio de Janeiro: ABGE, 1976. v. 2, p. 341-350.

GOMES, R.A.T. **Modelagem de Previsão de Movimentos de Massa a Partir da Combinação de Modelos de Escorregamentos e Corridas de Massa**. Tese (Doutorado) - Geografia, UERJ, Rio de Janeiro, 2006. 180p.

GOMES, C.L.R.; OGURA, A.T.; GRAMANI, M.F.; CORSI, A.C.; ALAMEDDINE, N. Retro-análise da corrida de massa ocorrida no ano de 1967 nas encostas da Serra do Mar, vale dos rios Camburu, Pau D' Alho e Canivetal, município de Caraguatatuba - SP: quantificação volumétrica dos sedimentos depositados nas planícies de inundação. In: Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia e Ambiental, 12, Recife, 2008. **Anais...** Recife: ABGE, 2008. CD-ROM.

GRAMANI, M.F. **Caracterização geológica-geotécnica das corridas de detritos (“Debris Flows”) no Brasil e comparação com alguns casos internacionais**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Solos), EPUSP - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo. 2001. 372 p.

GUIDICINI, G. e NIEBLE, C.M. **Estabilidade de taludes naturais e sua escavação**. 2 ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1984.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Folha de Maresias**. São Paulo: IBGE, 1973. SF-23-Y-D-V-4. Escala 1:50.000.

HUTTER, K., SVENDSEN, B., RICKENMANN, D. **Debris flow modeling: A review**. Continuum Mechanics and Thermodynamics, 8, 1-35. 1996

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Folha de Caraguatatuba**. São Paulo: IBGE, 1974a. SF-23-Y-D-VI-1. Escala 1:50.000.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Folha do Pico do Papagaio**. São Paulo: IBGE, 1974b. SF-23-Y-D-V-2. Escala 1:50.000.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Folha de São Sebastião**. São Paulo: IBGE, 1975. SF-23-Y-D-VI-3. Escala 1:50.000.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Sistema de referência geocêntrico para a América do Sul**. Relatório Final Grupos de trabalho I e II. Rio de Janeiro: CDD IBGE, 1997. 122 p. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 25 mar. 2017.

LARSEN, M. C.; TORRES-SANCHEZ, A. J. The frequency and distribution of recent landslides in three montane tropical regions of Puerto Rico. **Geomorphology**, v. 24, p. 309-331. 1998.

MONTGOMERY, D.R. Road surface drainage, channel initiation, and slope instability. **Water Resources Research**, v. 30, p. 1925–1932. 1994.

ONU – ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. Working party on world landslide inventory. **Bulletin of the IAEG**, 41, p. 5-12.

SANTOS, D. D.; GALVANI, E. Caracterização sazonal das precipitações no município de Caraguatatuba – SP, entre os anos de 1943 a 2004. **Revista GEONORTE**, Edição Especial 2, vol. 1, nº5, p. 1196-1203, 2012.

SELBY, M.J. **Hillslope: materials and process**. Oxford: Oxford University Press, 1993. 451 p.

SILVA-FILHO, E.P. **Movimentos de massa na vertente sul florestada do maciço da Tijuca: casos de fevereiro/1988 nas estradas Dona Castorina e Vista Chinesa**. Dissertação (Mestrado em Geografia), Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1992.

TAVARES, R.; SANT'ANNA NETO, J. L.; TOMMASSELLI, J. T. G.; PRESSINOTTI, M. M. N.; SANTORO, J. Análise da variabilidade temporal e espacial das chuvas associada aos movimentos de massa no Litoral Norte Paulista. In: Simpósio Brasileiro de Desastres Naturais, 1., Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: GEND/UFSC, 2004. p. 680-696. (CD ROM). 2004.

ZERKAL, S.V. e ZERKAL, O.V. Simulation flow landslides by particle method. In: International Symposium on landslides, 9, 2004. Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: 2004.