



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

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

MAPA DE OCORRÊNCIAS DE ESCORREGAMENTOS TRANSLACIONAIS RASOS NO MUNICÍPIO DE CAMARAGIBE (PE)

Edwilson Medeiros dos Santos ^(a), Tawana de Melo Pereira ^(b), Fabrizio de Luiz
Rosito Listo ^(c)

^(a) Programa de Pós-Graduação em Geografia, UFPE, edwilsonm.santos@gmail.com

^(b) Programa de Pós-Graduação em Geografia, UFPE, tawanamelo95@gmail.com

^(c) Programa de Pós-Graduação em Geografia, UFPE, fabrizio.listo@ufpe.br

Eixo: Riscos e Desastres Naturais

Resumo

Os processos de escorregamentos são um dos problemas mais frequentes nas áreas de risco de diversos municípios localizados nas Regiões Metropolitanas do Brasil. Assim, o objetivo deste artigo foi realizar o mapeamento de ocorrências de escorregamentos no município de Camaragibe (Região Metropolitana do Recife). Um segundo objetivo consistiu em relacionar tais ocorrências com os parâmetros morfológicos da área. Foram mapeadas 110 ocorrências de escorregamentos entre os anos de 2013 a 2017. Essas ocorrências foram registradas, majoritariamente, no período chuvoso, sendo que 52,7% dos escorregamentos ocorreram em encostas com declividade alta; 29,3% se concentraram na classe com menor valor de área de contribuição (0 m²-10 m²) e 51% ocorreram em encostas com formas côncavas. A utilização de geotecnologias é fundamental na implantação de ações estruturais e não-estruturais, como também na previsão de áreas de risco. Dessa forma, analisar um parâmetro isoladamente não é suficiente para investigar as causas dos escorregamentos.

Palavras-chave: camaragibe, escorregamentos, mapas de ocorrências, morfologia, geoprocessamento.



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

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

1. Introdução

A ocorrência de escorregamentos é um dos principais problemas que atingem as áreas consideradas de risco no Brasil, principalmente aquelas localizadas nos grandes centros urbanos. Caracterizados como movimentos rápidos, de curta duração, com plano de ruptura bem definidos, deslocando-se sob ação da gravidade, para baixo e para fora do talude ou da encosta (GUIDICINI e NIEBLE, 1984), os escorregamentos são um tipo de movimento de massa bastante comum em algumas regiões do Brasil. São deflagrados, geralmente, em períodos de intensa pluviometria. Segundo Guerra (2016), estes eventos podem ocorrer em diferentes paisagens, desde que haja um relevo capaz de gerar uma força gravitacional que possa transportar rocha e/ou solo e são considerados um dos processos responsáveis pela evolução de encostas, além de perdas sociais e econômicas (LOPES e ARRUDA JUNIOR, 2015).

Guidicini e Iwasa (1976) apontam que as chuvas são um dos agentes deflagradores de escorregamentos em ambientes tropicais úmidos, uma vez que diminuem a resistência do solo. Outros autores, tais como Augusto Filho (1992), Augusto Filho e Virgíli (1998), Fernandes e Amaral (1998) e Fernandes *et al.*, (2001) apontam que outros fatores condicionantes, tais como, geológicos, geomorfológicos, pedológicos, geotécnicos e tipo de vegetação, também devem ser considerados na ocorrência desses eventos. Além disso, muitos escorregamentos são também acelerados pela ocupação antrópica de áreas naturalmente mais suscetíveis, tais como encostas muito declivosas (SELBY, 1993; AUGUSTO FILHO; VIRGÍLI, 1998; FERNANDES; AMARAL, 1998; GUIMARÃES *et al.*, 2003).

Com o avanço de estudos voltados para movimentos de massa, foram desenvolvidas técnicas e metodologias que auxiliam na previsão de áreas com maior suscetibilidade e risco a estes processos. Parise (2001) aponta que esse tipo de mapeamento pode ser realizado de quatro maneiras: mapeamentos de atividade dos escorregamentos; mapeamentos de suscetibilidade; mapeamentos de vulnerabilidade ou de risco; e mapas de ocorrências ou de inventários.



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

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

Um mapa de ocorrências de escorregamentos representa a distribuição dos processos em uma determinada área, podendo ser representado por meio de pontos ou de polígonos, a depender da escala utilizada. Esse tipo de mapeamento serve de base para a elaboração de outros mapas, ao registrar processos pretéritos. Dessa forma, este tipo de mapeamento é de grande importância na identificação de áreas de risco, pois nos locais onde ocorreram movimentos de massa há a remobilização de depósitos antigos, tornando tais áreas mais instáveis (PARISE, 2001). Assim, o objetivo deste trabalho foi realizar o mapeamento de ocorrências de escorregamentos para o município de Camaragibe na Região Metropolitana do Recife. Este município é amplamente atingido por estes processos, principalmente nos períodos chuvosos. Um segundo objetivo consistiu em relacionar tais ocorrências com demais parâmetros morfológicos dos escorregamentos.

2. Materiais e métodos

2.1 Área de estudo

O município de Camaragibe (Figura 1) pertence à Região Metropolitana do Recife. Apresenta uma extensão territorial de 51,2 km² e uma população de 144.466 habitantes (IBGE, 2010). É, predominantemente, caracterizado por áreas com baixo planejamento urbano, devido ao excesso de ocupações com infraestrutura precária localizadas em áreas de risco.



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

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

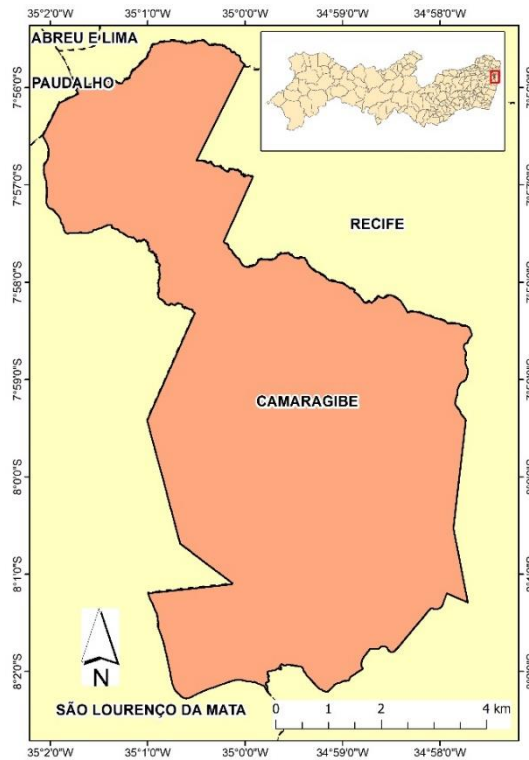


Figura 1 - Mapa de Localização do Município de Camaragibe/PE.

O município é formado por áreas de morros com a presença de rochas do embasamento cristalino recobertas por solos residuais e por tabuleiros costeiros dissecados formados por sedimentos miocênicos da Formação Barreiras e por depósitos colúvio-aluvionares (BANDEIRA, 2003).

O clima é tropical quente e úmido, cuja temperatura média anual é de 25°C e o acumulado de chuvas é de 1600 mm ao ano, aumentando a suscetibilidade de ocorrência de escorregamentos. É influenciado pelos sistemas sinóticos ZCITs (Zona de Convergência Intertropical), VCANs (Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis) e DOLs (Distúrbios Ondulatórios de Leste) ou simplesmente Ondas de Leste, responsáveis pelos altos índices pluviométricos da região (OLIVEIRA *et al.*, 2011).

2.1 Mapa de ocorrências e análise dos parâmetros morfológicos



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

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

Os dados básicos de ocorrências dos escorregamentos foram adquiridos gratuitamente junto a Prefeitura Municipal de Camaragibe, por meio da Defesa Civil. Inicialmente, foram selecionadas as notificações/ocorrências dos escorregamentos deflagrados no período de 2013 e 2017. Os registros selecionados foram organizados no formato de planilha eletrônica contendo a identificação da ocorrência, o endereço, o ano, o mês e o total pluviométrico do dia do evento.

Em seguida, foi realizada a espacialização de cada registro de ocorrência, por meio de pontos (vetores), com auxílio do *software Google Earth*. Posteriormente, os pontos foram exportados para um ambiente SIG (Sistemas de Informação Geográfica), por meio do *software ArcGIS*. Esta etapa ainda incluiu a elaboração de um banco de dados geográfico composto pelos dados de cada evento. Por fim, os arquivos vetoriais foram convertidos em arquivos matriciais com resolução de 2,5m.

A caracterização morfológica do município foi realizada com base nos mapas de Declividade, de Área de Contribuição e de Curvatura. A elaboração destes mapas foi realizada por meio do *software ArcGIS*, utilizando-se a ferramenta *Spatial Analyst Tools*, a partir de um Modelo Digital do Terreno (MDT) com resolução espacial de 2,5m obtido gratuitamente junto ao Serviço Geológico do Brasil (CPRM, 2014).

A relação entre as ocorrências de escorregamentos e os parâmetros morfológicos das encostas ocorreu a partir da razão entre o total de células das ocorrências de escorregamentos em cada classe e o número total de células do município (Concentração de Escorregamentos).

3. Resultados e discussões

Foram mapeadas 110 ocorrências de escorregamentos no período de 2013 e 2017 (Figura 2). O ano com maior registro de ocorrências foi 2016 com 40 registros (36,4%); seguido pelo ano de 2014 com 25 (22,7%); 2013 com 22 (20,0%), 2015 com 16 ocorrências (14,5%) e, por fim, 2017 com 07 registros (6,4%).



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

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

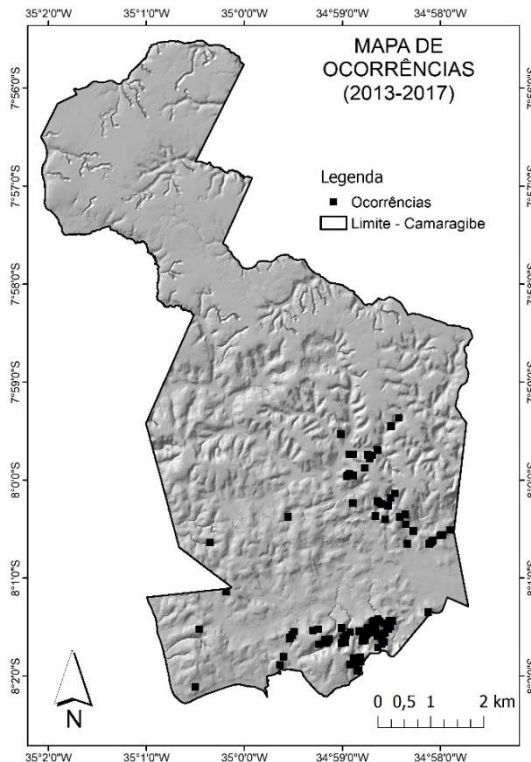


Figura 2 - Distribuição das ocorrências de escorregamentos

O ano de 2017 registrou o maior acumulado anual de chuvas com um total de 1669,6 mm (Figura 3). Em contradição, o ano de 2016, no qual ocorreu o maior número de escorregamentos, registrou o menor total pluviométrico.

As ocorrências ocorreram, predominantemente, no período chuvoso, entre os meses de abril e julho, com 96,4% de notificações. A predominância de ocorrências foi no mês de abril, com 43 registros (39,1%); seguido pelo mês de junho, com 28 registros (25,5%); julho com 21 registros (19,1%) e o maio com 14 ocorrências (12,7%). Muitos destes escorregamentos foram deflagrados em locais com carência ou inexistência de obras de infraestrutura, especialmente, nas áreas mais declivosas.



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

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

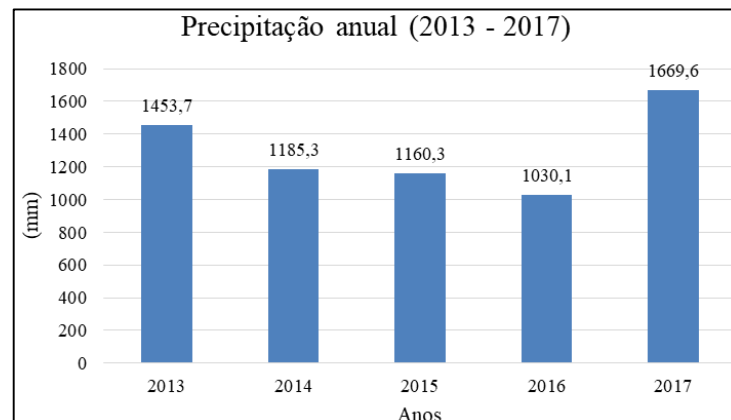


Figura 3 - Precipitação média anual - Camaragibe/PE

Fonte: INMET, 2018

De acordo com o mapa de declividade (Figura 4A), a maior parte do município é formado por áreas com declividade suave (0° - $9,6^{\circ}$), compreendendo 63,4% do território e apenas 15,9% com declividades altas ($>16,7^{\circ}$). Contudo, 52,7% das ocorrências de escorregamentos foram registradas nas áreas de alta declividade.

Já com relação a área de contribuição, a classe de menor valor (0 m^2 - 10 m^2) registrou 29,5% da CE, seguida pela classe 50 m^2 - 100 m^2 com 25,5% das ocorrências mapeadas (Figura 4B).

Em relação à curvatura das encostas, a forma retilínea foi predominante, com 46,2%, seguido pelas formas convexas com 32,3% e côncavas com 21,5%. Porém, quanto a CE, 51% se encontram na classe côncava; seguido pela classe convexa, com 47,2% (Figura 4C). Estudos pretéritos já revelavam uma maior susceptibilidade em encostas com forma côncava devido à convergência de fluxos de água para estas áreas (MONTGOMERY; DIETRICH, 1994; FERNANDES *et al.*, 2001; SANTANA; XAVIER; LISTO, 2017).



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

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

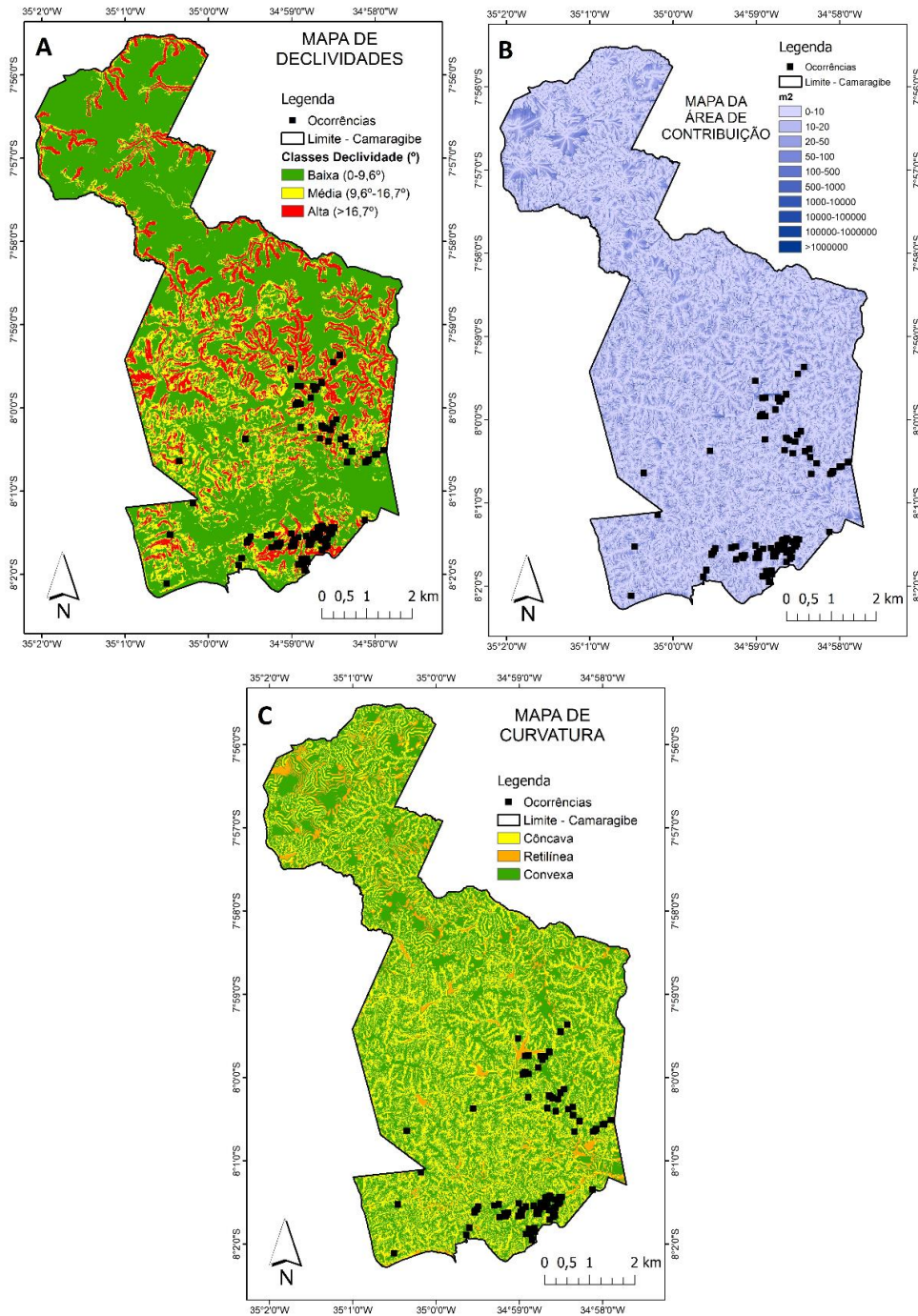


Figura 4 - Mapas dos parâmetros morfológicos (Declividade, Área de contribuição e Curvatura) com a sobreposição das ocorrências de escorregamentos.



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

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

4. Considerações finais

O município de Camaragibe apresenta um planejamento territorial ineficiente como principal característica da forma de sua ocupação ao longo do tempo. Esse fato contribuiu, significativamente, para formação de diversas áreas de risco relacionadas, principalmente, aos movimentos de massa. Dessa forma, ações não-estruturais, tais como padronização dos dados referentes as ocorrências, mapas de inventário e análise dos fatores condicionantes são essenciais para uma melhor compreensão destes processos.

A utilização de geotecnologias representa uma importante ferramenta para a realização de ações estruturais e não-estruturais para a minimização ou mitigação dos danos causados pelos escorregamentos por meio da previsão das áreas de risco.

A relação entre os escorregamentos e os parâmetros morfológicos demonstra que a análise de parâmetros isolados não é suficiente para a investigação dos fatores que levaram a ocorrências dos processos.

Como trabalho futuro sugere-se o levantamento dos parâmetros físicos do solo para investigação da suscetibilidade aos escorregamentos, no tocante aos parâmetros físicos do solo.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

Referências Bibliográficas

AUGUSTO FILHO, O. **Caracterização geológico-geotécnica voltada à estabilização de encostas:** uma proposta metodológica. 1a Conferência Brasileira sobre estabilidade de encostas. Rio de Janeiro: [s.n.]. 1992. p. 721-733.



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

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

AUGUSTO FILHO, O.; VIRGÍLI, J. C. Estabilidade de taludes. In: OLIVEIRA, A. M. S.; BRITO, S. N. A. **Geologia de Engenharia**. São Paulo: ABGE-CNPq- FAPESP, 1998. p. 243-269.

BANDEIRA, A. P. N. **Mapeamento de risco de erosão e escorregamento das encostas com ocupações desordenadas no município de Camaragibe - PE**. Dissertação (mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Pernambuco. Recife, p. 209. 2003.

CPRM. **Cartas de Suscetibilidade a Movimentos Gravitacionais de Massa e Inundações - Pernambuco**. Serviço Geológico do Brasil. Brasília. 2014.

FERNANDES, N. F.; GUIMARÃES, R. F.; GOMES, R. A.T.; VIEIRA, B. C.; MONTGOMERY, D. R.; GREENBERG, H. Condicionantes Geomorfológicos dos Deslizamentos nas Encostas: Avaliação de Metodologias e Aplicação de Modelo de Previsão de Áreas Susceptíveis. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 2, n. 1, p. 51-71, 2001.

FERNANDES, N. F.; AMARAL, C. P. Movimentos de massa: Uma abordagem geológico-geomorfológica. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. **Geomorfologia e meio ambiente**. 2a. ed. São Paulo: Bertrand, 1998. p. 123-194.

GUERRA, A. T. **Erosão dos solos e movimentos de massa: abordagens geográficas**. Curitiba: CRV, 2016.

GUIDICINI, G.; IWASA, O. Y. **Ensaio de correlação entre pluviosidade e escorregamentos em meio tropical úmido**. IPT. São Paulo, p. 48. 1976.

GUIDICINI, G.; NIEBLE, C. M. **Estabilidade de taludes naturais e de escavação**. 2a. ed. São Paulo: Universidade de São Paulo, 1984.



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

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

GUIMARÃES, R. F.; FERNANDES, N. F.; GOMES, R. A. T.; CARVALHO JÚNIOR, O. A. Fundamentação teórica do modelo matemático para previsão de escorregamentos rasos Shallow Stability. **Espaço & Geografia**, Brasília, v. 6, n. 2, p. 133-150, 2003.

IBGE. **Censo 2010**. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Brasília. 2010.

LOPES, E. S. S.; ARRUDA JUNIOR, E. R. Sensoriamento Remoto para deslizamentos. In: SAUSEN, T. M.; LACRUZ, S. P. **Sensoriamento Remoto para desastres**. São Paulo: Oficina de textos, 2015. Cap. 8, p. 213-248.

MONTGOMERY, D. R.; DIETRICH, W. E. A physically based model for the topographic control on shallow landsliding. **Water Resources Research**, v. 30, p. 1153-1171, 1994.

OLIVEIRA, G. C. S.; SILVA JUNIOR, J.P.; NÓBREGA, R.S; GIRÃO, O. Uma abordagem da Geografia do Clima sobre os eventos extremos de precipitação em Recife-PE. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 02, p. 238-251, 2011.

PARISE, M. Landslide Mapping Techniques and Their Use in the Assessment of the Landslide Hazard. **Phys. Chem. Earth**, v. 26, n. 9, p. 697-703, 2001.

SANTANA, J. K. R.; XAVIER, J. P. S.; LISTO, F. L. R. Parâmetros topográficos e a distribuição espacial dos escorregamentos no bairro de Nova Descoberta, Região Metropolitana do Recife (PE). In: PEREZ FILHO, A.; AMORIM, R. R. **Os desafios da Geografia Física na fronteira do conhecimento**. Campinas: UNICAMP, v. 1, 2017. p. 4207-4212.