

GEOPROCESSAMENTO E ANÁLISE ESPACIAL: UTILIZAÇÃO DO ESTIMADOR DE DENSIDADE *KERNEL* PARA IDENTIFICAÇÃO DE ÁREAS AFETADAS POR DESLIZAMENTOS DE TERRA NA ÁREA CENTRAL DA CIDADE DE SALVADOR, BAHIA

Desiree Alves Celestino Santos¹, Juliet Oliveira Santana², Erika do Carmo Cerqueira³, Dária Maria Cardoso Nascimento⁴

¹Geógrafa, Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Geografia da UFBA, Salvador, BA, desireecelestino@hotmail.com

²Graduanda do Curso de Geografia da UFBA, Salvador, BA, juliety.ols@hotmail.com

³Geógrafa, Doutoranda do POSGEO e Prof^a. do Depto. de Geografia da UFBA, Salvador, BA, erika.cerqueira@ufba.br

⁴Geógrafa, Prof^a. Dr^a. do Depto. e do Programa de Pós-Graduação em Geografia da UFBA, Salvador, BA, daria@ufba.br

RESUMO: O presente trabalho tem como objetivo analisar a distribuição espacial das ocorrências de deslizamentos de terra registrados na área central da cidade de Salvador, entre janeiro de 2009 e dezembro de 2013, para tanto optou-se por utilizar a técnica por estimação de *Kernel*. Os procedimentos para realização deste trabalho foi estruturado em quatro etapas: i) levantamento e tratamento de dados secundários; ii) georreferenciamento das ocorrências em ambiente SIG; iii) aplicação do estimador de densidade *Kernel*; e iv) análises e interpretações. Os resultados mostraram que os deslizamentos de terra concentram-se no centro geográfico da área de estudo, principalmente, nas áreas dos seguintes bairros: São Marcos, Vila Canária, Castelo Branco e Nova Brasília. Representações espaciais como a elaborada neste trabalho têm servido como subsídios para a tomada de decisões da gestão a respeito das áreas prioritárias para execução de ações preventivas e/ou mitigadoras.

PALAVRAS-CAHVE: deslizamento de terra, *Kernel*, Salvador

INTRODUÇÃO: Os deslizamentos de terra em encostas urbanas constituem atualmente um dos principais fatores de risco causadores de desastres em Salvador. Diante das ocorrências de deslizamentos de terra registradas ao longo dos últimos anos na cidade torna-se imprescindível ao poder público conhecer como estas estão distribuídas. A espacialização das ocorrências dos deslizamentos de terra possibilita aos profissionais que atuam na gestão, visualizar melhor as áreas onde predominam as ocorrências, auxiliando nas decisões a respeito das áreas prioritárias para execução de ações preventivas e/ou mitigadoras. A localização geográfica das ocorrências dos deslizamentos tornou-se peça chave para a compreensão das relações intrínsecas a este fenômeno, pois “quase tudo que acontece, acontece em algum lugar” (LONGLEY et. al., 2013, p.4). As ferramentas computacionais para Geoprocessamento, chamadas de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) transformaram-se em um dos mais eficazes instrumentos tecnológicos de suporte para a tomada de decisões referentes à gestão do espaço, seja por meio de análises complexas, ao integrar dados de diversas fontes, ou pela possibilidade da geração de banco de dados georreferenciados. Uma alternativa simples para analisar o comportamento de padrões de pontos é estimar a intensidade pontual dos deslizamentos de terra em toda área de estudo. Por ser um método muito útil, de fácil uso e interpretação para o conhecimento da distribuição de eventos, tem-se verificado um número cada vez maior de estudos que utilizam a técnica de estimação por *Kernel* (CÂMARA; CARVALHO, 2004). Neste contexto, o presente trabalho objetiva analisar o comportamento espacial das ocorrências de deslizamentos de terra registradas na área central da cidade de Salvador, entre janeiro de 2009 a dezembro de 2013, utilizando como suporte técnicas do geoprocessamento.

MATERIAL E MÉTODOS: A área escolhida para o desenvolvimento deste trabalho, o centro geográfico de Salvador, corresponde, de acordo com a Prefeitura Municipal de Salvador (PMS) (2009), à maior parte ao espaço localizado entre os dois principais eixos de articulação urbano-regional da cidade, a BR-324 e a Av. Luiz Viana Filho (mais conhecida como Avenida Paralela). Esta área abrange 52 bairros de Salvador (figura 1). O clima atuante, não só na área de estudo, mas em todo o município de Salvador é do tipo úmido, o índice pluviométrico anual é de 2.144 mm, com chuvas concentradas no período de outono-inverno. A temperatura média anual é de 25,3 °C (SEI, 2012). A área em estudo se apresenta inserida na parte leste da falha de Salvador, compreendendo o

embasamento cristalino. O compartimento topográfico morfológico representado pelas rochas deste embasamento, fortemente intemperizado, é o planalto dissecado, que corresponde ao chamado “alto de Salvador”. Apresenta altitudes que variam de 34 a pouco mais de 100 metros, com bordas caindo sobre vales entalhados com profundidade superior a 40 metros e encostas que variam, predominando, de 9 a 45° de inclinação (NASCIMENTO, 2008). Nas partes mais elevadas sobre as rochas do embasamento cristalino encontra-se a Formação Barreiras. Sabe-se que os solos provenientes desta Formação são extremamente suscetíveis a processos de movimentos de massa.

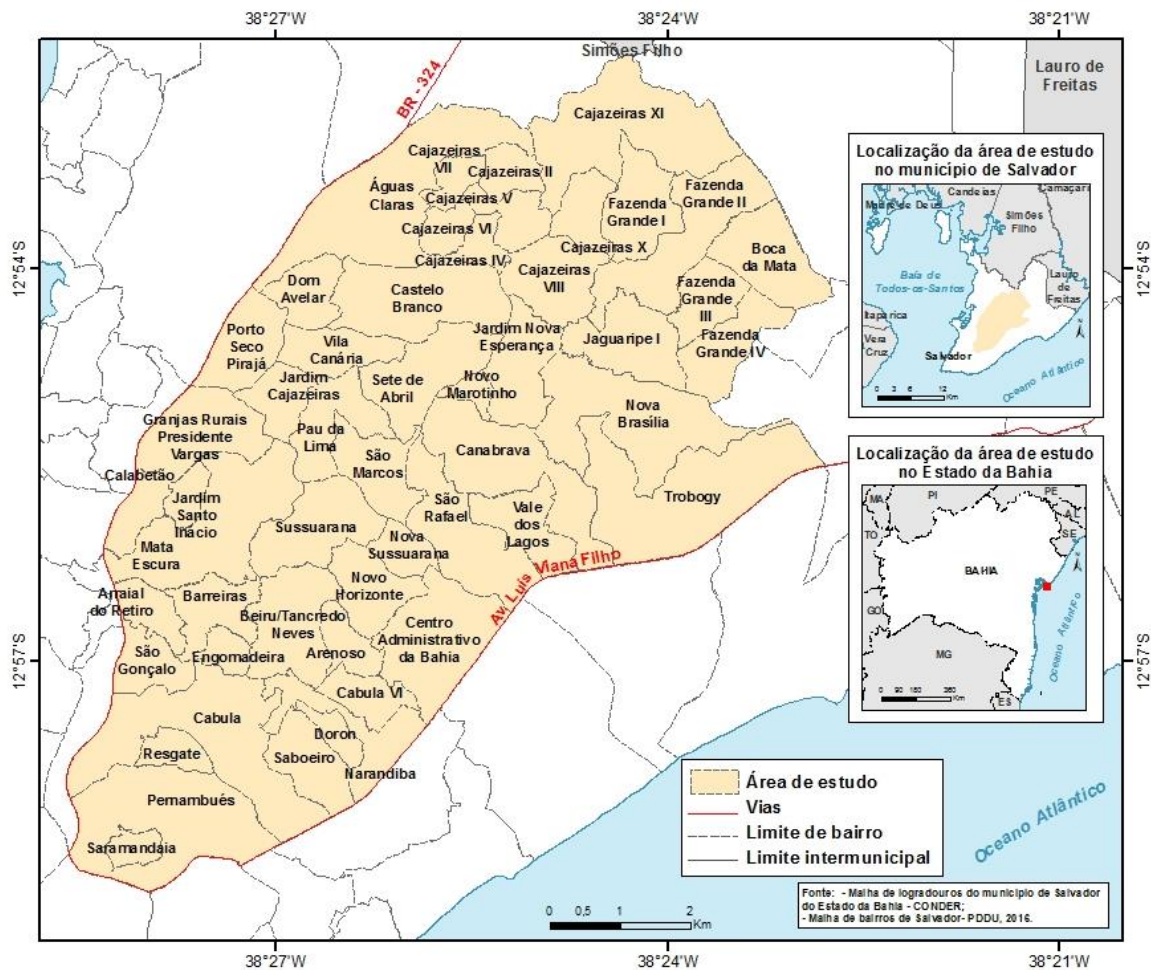


Figura 1 - Localização e situação da área de estudo, centro de Salvador - Bahia.

Os procedimentos para a realização deste trabalho foram estruturados em quatro etapas. Na primeira etapa foi realizado o levantamento e tratamento de dados secundários. Os dados das ocorrências dos escorregamentos utilizados neste trabalho foram obtidos por meio do Sistema de Gestão da Defesa Civil de Salvador (SGDC). Foram disponibilizadas planilhas, contendo as seguintes informações referentes a cada deslizamento ocorrido: endereço, bairro, data, número dos imóveis atingidos e/ou vistoriados, dentre outras. As planilhas disponibilizadas pela Defesa Civil de Salvador (CODESAL, 2014) foram analisadas e reorganizadas, com o auxílio do *software Microsoft Excel 2013*. É importante ressaltar que o órgão onde foi coletado as informações referentes as ocorrências dos escorregamentos não dispunham de uma base de dados georreferenciada. Na segunda etapa foi realizado o georreferenciamento das ocorrências em ambiente SIG. A base cartográfica empregada corresponde aos arquivos vetoriais, no formato *shapefile*, constituída pelos níveis de informação: limite de bairro e limite intermunicipal, disponibilizadas pela Companhia de Desenvolvimento Urbano do Estado da Bahia (CONDER, 2017). Os dados das ocorrências dos escorregamentos foram georreferenciados no *ArcMap 10.3*, para tanto utilizou-se: i) as informações referentes ao endereço de cada deslizamento de terra ocorrido; e ii) o arquivo vetorial no formato *shapefile* referente aos logradouros de Salvador. Foram georreferenciados 2.761 pontos de ocorrências dos escorregamentos

na área central de Salvador, referente ao período em análise (figura 2). Cabe ressaltar que a localização de cada um desses pontos foi feita de forma manual.

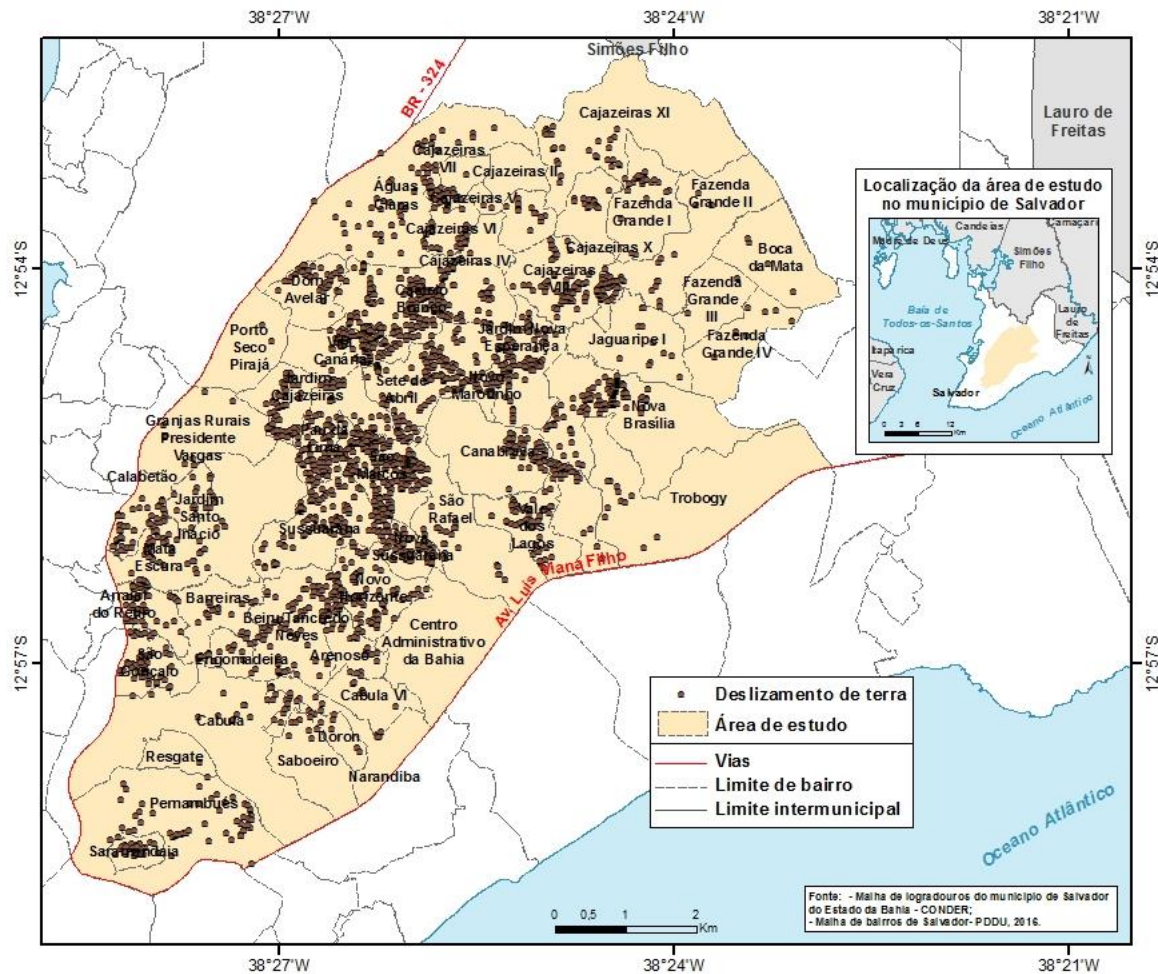


Figura 2 –Distribuição das ocorrências de deslizamentos de terra, registradas entre jan./2009 a dez./2013, na área central de Salvador – Bahia.

A terceira etapa consistiu na aplicação do estimador de densidade *Kernel*. Após a geração do banco de dados georreferenciado foi possível aplicar a técnica de *Kernel*. Trata-se de uma técnica de interpolação exploratória que gera uma superfície de densidade para a identificação visual de “áreas quentes”. Para a elaboração do mapa de *Kernel* foi utilizado a ferramenta *Spatial Analyst Tools* do *ArcMap 10.3* (*ArcToolBox* → *Spatial Analyst Tools* → *Density* → *Kernel Density*). A última etapa deste trabalho corresponde ao tópico de resultados e discussão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: É possível observar por meio da leitura do mapa confeccionado (figura 3) que os deslizamentos de terra concentram-se (alta densidade) no centro geográfico da área de estudo, principalmente, nos seguintes bairros: São Marcos, Vila Canária, Castelo Branco e Nova Brasília. As áreas que apresentam densidade variando de média a alta densidade das ocorrências do fenômeno em estudo, pertencem aos seguintes bairros: Saramandaia, São Gonçalo, Arraial do Retiro, Mata Escura, Novo Horizonte, Beiru/Trancredo Neves, Nova Sussuarana, Sussuarana, Pau da Lima, Jardim Cajazeiras, Vale dos Lagos, Canabrava, Nova Brasília, Jardim Nova Esperança, Novo Marotinho, Sete de Abril, Dom Avelar, Cajazeiras VII e Cajazeiras VIII. As demais áreas apresentam densidade variando de média a baixa ocorrência de deslizamento de terra.

CONCLUSÕES: Mapas produzidos em ambiente SIG, como os que foram apresentados neste trabalho, visam instrumentalizar as prefeituras municipais em suas ações de planejamento e gestão territorial e de prevenção de desastres.

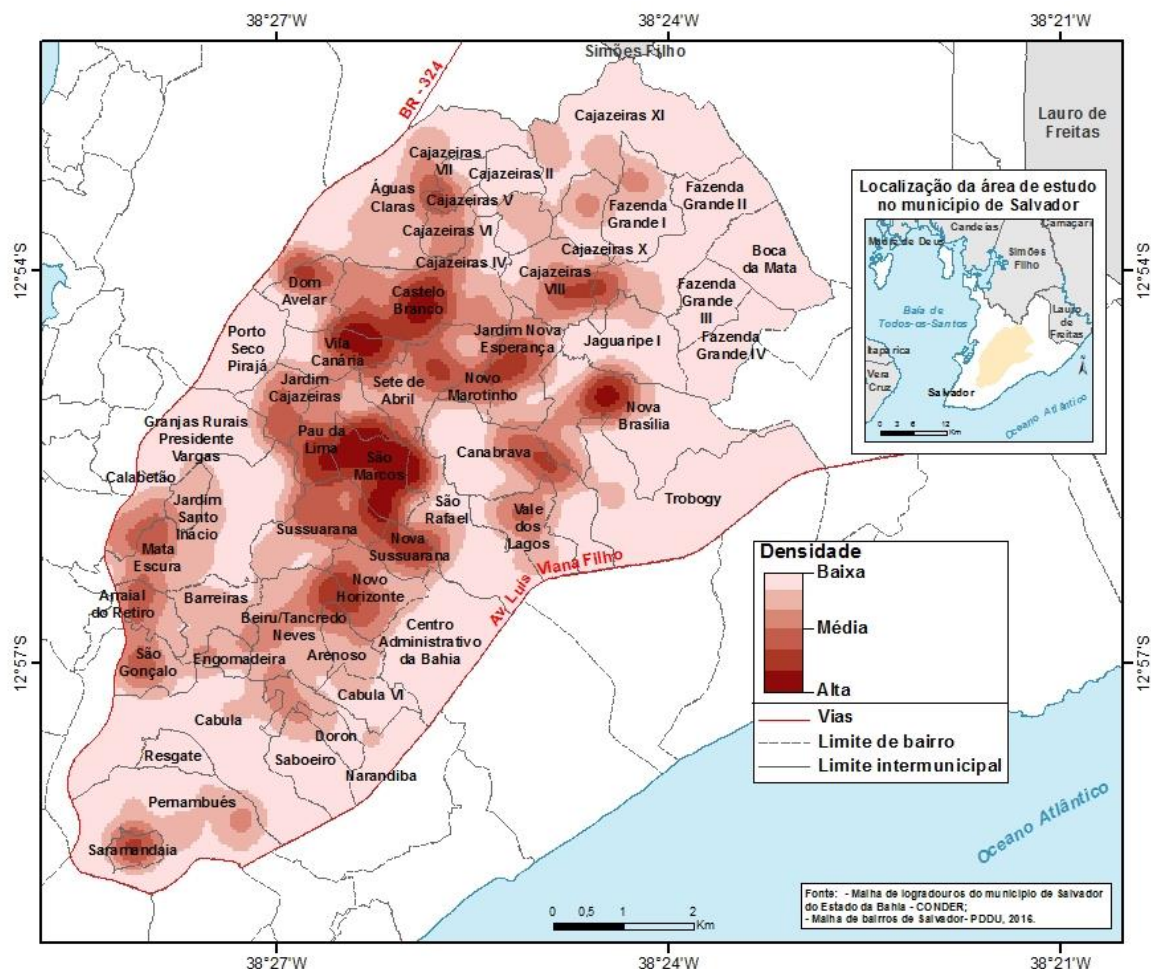


Figura 3 – Estimativa de densidade das ocorrências de deslizamentos de terra, registradas entre jan./2009 a dez./2013, na área central de Salvador – Bahia.

AGRADECIMENTOS: Ao Laboratório de Cartografia (LACAR) da Universidade Federal da Bahia (UFBA), no qual se desenvolve o grupo de pesquisa: Cartografia aplicada a estudos ambientais e de ensino, vinculado ao CNPq. Ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal da Bahia (POSGEO/UFBA). A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio a pesquisa.

REFERÊNCIAS:

- CÂMARA, G.; CARVALHO, M. S. Análise espacial de eventos. In: EMBRAPA. Análise espacial de dados geográficos. Brasília, 2004.
- CODESAL. [Defesa civil de Salvador]. Salvador: 2014. **Ocorrências dos deslizamentos de terra por ano (2009, 2010, 2011, 2012 e 2013)**. Não paginado, não publicado. Planilhas disponibilizadas.
- CONDER. [Companhia de Desenvolvimento Urbano do Estado da Bahia]. Salvador: 2017. **Base cartográfica:** bairros de Salvador e municípios da RMS. Não paginado, não publicado. Arquivo digital disponibilizado.
- LONGLEY, P. A. et al. **Sistemas e ciência da informação geográfica**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2013.
- NASCIMENTO, S.A. de M. **Diagnóstico hidrogeológico, hidroquímico e da qualidade da água do aquífero freático do alto cristalino de Salvador - Bahia**. 2008. 195 f. (Tese de Doutorado), - Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia. Salvador, 2008.
- PMS - Prefeitura Municipal de Salvador. Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano, Habitação e Meio Ambiente - SEDHAM; Coordenadoria Central de Produção de Indicadores Urbano-Ambientais - COPI. **CADERNOS DA CIDADE: uso e ocupação do solo**. Salvador. 2009. Volume 1.

SEI. **Estatísticas dos Municípios Baianos**: território de identidade Metropolitano de Salvador. Salvador: Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia, 2012.v.4. n.1. 416 p. ISSN 1519-4124.