

Carta de Suscetibilidade a Movimentos Gravitacionais de Massa e Inundações do Município de Rio Bananal – ES

Gilberto Lima

Serviço Geológico do Brasil, São Paulo, Brasil, gilberto.lima@cprm.gov.br

Douglas da Silva Cabral

Serviço Geológico do Brasil, Goiânia, Brasil, douglas.cabral@cprm.gov.br

RESUMO: As cartas de suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa e inundações são documentos geotécnicos, produzidos na escala 1:25.000, elaborados pelo Serviço Geológico do Brasil, no âmbito do projeto “CARTAS MUNICIPAIS A MOVIMENTOS GRAVITACIONAIS DE MASSA E INUNDAÇÕES” em atendimento as diretrizes específicas da Lei 12.608/2012 e dirigida aos municípios sujeitos a desastres naturais – deslizamentos, inundações, corridas de massa, enxurradas e outros processo correlatos. O desenvolvimento da carta de suscetibilidade seguiu três etapas, a saber: pré-campo, campo e pós-campo. No pré-campo foi realizado trabalho de fotointerpretação e definidos os padrões de relevo, cicatrizes, lineamentos, erosões e campos de blocos. Ainda nesta etapa foram feitas as modelagens das áreas, gerando os graus de suscetibilidade para os processos analisados. Durante o campo as modelagens foram validadas, cabendo à última etapa a adequação das modelagens e da fotointerpretação ao verificado em campo. Por fim, foi gerada a carta de suscetibilidade cobrindo a área do município e apresentando, em detalhes, o resultado obtido quanto a distribuição dos graus de suscetibilidade das áreas sujeitas aos processos analisados. Constatou-se que o grau de suscetibilidade das áreas potencialmente sujeitas aos processos de movimentos gravitacionais de massa estão distribuídos no município em 9,67 % para suscetibilidade alta, 39,46% para suscetibilidade média e 50,86% para baixa. A distribuição da suscetibilidade em área urbanizada perfaz 0,23 % para alta, 21,32 % para média e 78,44% para baixa. Quanto ao processo de inundação a suscetibilidade, no município, está distribuída em 5,43% para suscetibilidade alta, 2,42% para média e 0,34% para suscetibilidade baixa, os restantes 91,81% da área municipal não apresentam suscetibilidade ao processo ou a mesma pode ser considerada desprezível. A distribuição da suscetibilidade em área urbanizada perfaz 25,43 % para alta, 24,91 % para média e 1,59 % para baixa, os restantes 48,07% da área urbanizada não apresentam suscetibilidade ao processo ou a mesma pode ser considerada desprezível.

PALAVRAS-CHAVE: Desastres Naturais, Carta Geotécnica, Suscetibilidade, Rio Bananal - ES

1 INTRODUÇÃO

1.1 Objetivos

As cartas de suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa e inundações têm como objetivo o atendimento da demanda contida nas diretrizes específicas da Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (PNPDEC),

estabelecida pela Lei Federal 12.608/2012 (BRASIL, 2012). A PNPDEC determina, em seu texto, a identificação e avaliação das áreas suscetíveis a deslizamentos de grande impacto, inundações bruscas ou processos geológicos ou hidrológicos correlatos, como enxurradas e corridas de massa, nos municípios, além de determinar a criação de um cadastro nacional de municípios com áreas suscetíveis.

1.2 Características e aplicações

As cartas de suscetibilidade constituem instrumentos importantes nas ações de prevenção integradas às políticas de ordenamento territoriais, desenvolvimento urbano e meio ambiente. Contém dados importantes que auxiliam no planejamento adequado da expansão urbana como, por exemplo, a hierarquização dos graus de suscetibilidade (alta, média e baixa) definindo assim, de maneira geral, de acordo com a escala, os terrenos mais favoráveis à ocupação em função da possibilidade baixa de serem atingidos por tais desastres. Os dados nela contidos são importantes, também, para prover informações necessárias à subsidiar a execução de cartas geotécnicas de detalhe e a execução de mapeamento de riscos. Como resultado deste mapeamento foi gerada uma carta de suscetibilidade a inundações e movimentos gravitacionais de massa cobrindo os limites do município de Rio Bananal – ES, onde se especifica a distribuição espacial de processos e graus de suscetibilidade a eles relacionados. Este trabalho descreve os procedimentos seguidos para confecção, validação, resultados específicos obtidos quanto as características geotécnicas/ambientais do município nos processos indicados e, discutidas as condições de uso e limitações na utilização do produto.

1.3 Localização da Área de Estudo

O município de Rio Bananal – ES possui uma área de 642 Km², está localizado na macroregião administrativa Central e microregião do Rio Doce do Estado do Espírito Santo, foi criado pela Lei Estadual 3.293, de 14 de setembro de 1979 e instalado em 31 de janeiro de 1983, sendo desmembrado do município de Linhares (**Figura 1**).



Figura 1. Mapa de localização do município de Rio Bananal – ES.

2 MÉTODOS E PROCEDIMENTOS

Conforme Silva e Bitar (2015) os métodos e procedimentos adotados para a obtenção das cartas geotécnicas de suscetibilidade foi desenvolvido com base em trabalhos de referência na literatura com destaque ao guia para zoneamento de suscetibilidade, perigo e risco a deslizamento de Feel et al. (2008), elaborado pelo Comitê Técnico de Deslizamentos e Taludes Construídos (*Joint Technical Committee on Landslides and Engineered Slopes - JTC-1*), formado por entidades internacionais das áreas de geologia de engenharia e engenharia geotécnica. Para o desenvolvimento de métodos apropriados de mapeamento e elaboração das cartas de suscetibilidade demandadas, na escala geográfica de referência (1:25.000), a CPRM estabeleceu parceria com o Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT).

O trabalho compreende momentos distintos: inicialmente há um trabalho preparatório em gabinete para compilação de bibliografia, estruturação da base de dados e preparação de pré-mapa, etapa seguida por um trabalho de campo para verificação/validação do pré-mapa e novo trabalho em gabinete para finalização dos produtos (carta de suscetibilidade/SIG).

Ainda conforme Silva e Bitar (2015) a classificação e zoneamento das suscetibilidades, que compõem o pré-mapa de áreas suscetíveis, é obtida por modelagem estatística dos processos tomando por base os procedimentos

compilados nas figuras abaixo (**Figuras 2, 3 e 4**).

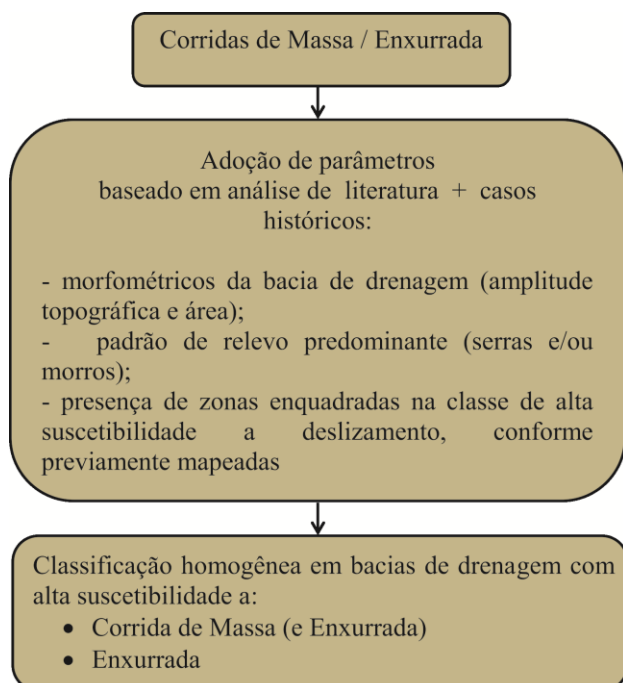


Figura 2. Procedimentos adotados para a modelagem de suscetibilidade a corrida de massa e enxurrada.

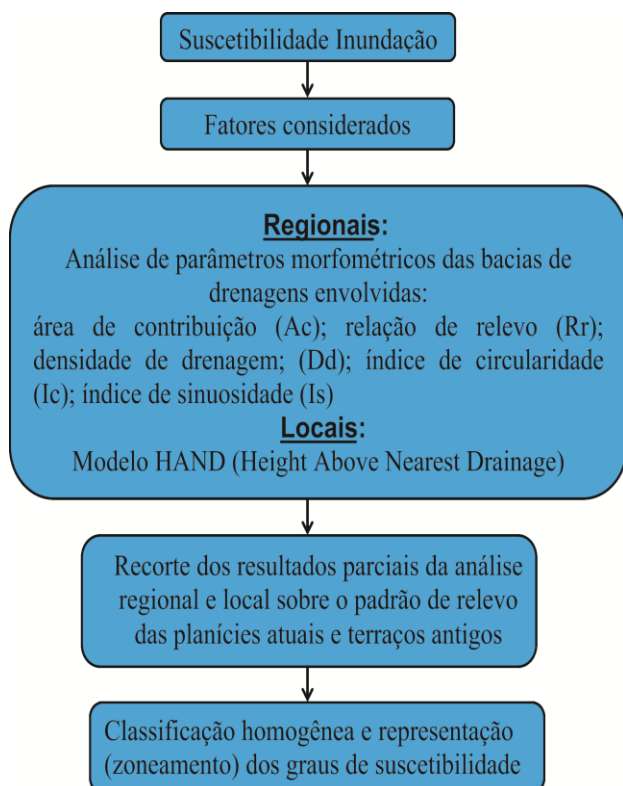


Figura 3. Procedimentos adotados para a modelagem de suscetibilidade a inundação/alagamento

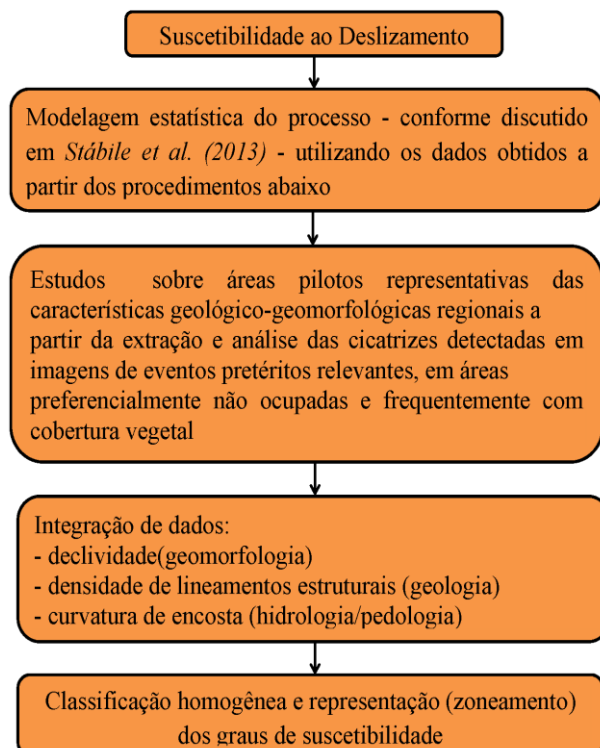


Figura 4. Procedimentos adotados para a modelagem de suscetibilidade ao deslizamento.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos com o mapeamento referente ao grau de suscetibilidade das áreas sujeitas aos processos analisados estão indicados na tabela 1 abaixo.

Tabela 1. Tabela dos graus de suscetibilidade e abrangência dos processos sobre a área municipal total e área urbana edificada .

Processos	Grau	% área municipal		% área edificada	
		Km	%	Km	%
Mov. Grav. de Massa	alta	62,12	9,67	0,0067	0,23
	média	253,35	39,46	0,616	21,32
	baixa	326,54	50,86	22,67	78,44
Inundação	alta	34,88	5,43	0,735	25,43
	média	15,54	2,42	0,720	24,91
	baixa	0,48	0,13	0,00	0,34
Corrida de Massa	alta	0,00	0,00	0,00	0,00
Enxurrada	alta	75,76	11,80	0,26	8,96

Os propósitos do mapeamento efetuado no âmbito deste projeto são, subsidiar ações de prevenção e desastre e servir de instrumento para o planejamento territorial. Porém, de

acordo com Silva e Bitar (2015), a escala do trabalho e o atual estágio de desenvolvimento do projeto não permite considerar as alterações causadas na avaliação dos processos/graus de suscetibilidade quando se considera as intervenções antrópicas locais. As possíveis mudanças podem ocorrer no relevo (ex.: declividade, feições de vertente, depósitos antropogênicos), hidrografia (ex.: nível de lençol freático, impermeabilização do solo) ou a presença de empreendimentos como os de mineração, etc. Para consideração destes fatores novo mapeamento geotécnico em escala maior e adequada (ex.: cartas geotécnicas de risco, perigo, de aptidão à urbanização, etc) deve ser realizado. Não devem ser utilizadas também para definir limites de uso e ocupação do solo, no entanto, podem e devem ser utilizadas para se evitar, quando possível, a ocupação de áreas suscetíveis (respeitando na análise a escala de confecção da carta). A composição da carta síntese de suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa e inundações tem a finalidade de oferecer uma visualização sucinta acerca dos resultados do mapeamento. Porém, é de suma importância sua utilização sempre em conjunto com os dados e informações contidos na Base de Dados, sobretudo quando da busca de conhecimentos referentes a determinadas localidades de interesse ao planejamento e gestão territorial. A carta síntese é composta de quatro conjuntos principais de dados: mapas temáticos; isoietas, hietogramas e equações de chuvas; zoneamento de suscetibilidades e legendas; e informações gerais

A partir dessas premissas a análise dos dados de ocorrência presentes na tabela 1, em concomitância com sua distribuição espacial no município presente na carta geotécnica de suscetibilidade (**Figura 5**), permite algumas interpretações quanto ao seu desdobramento.

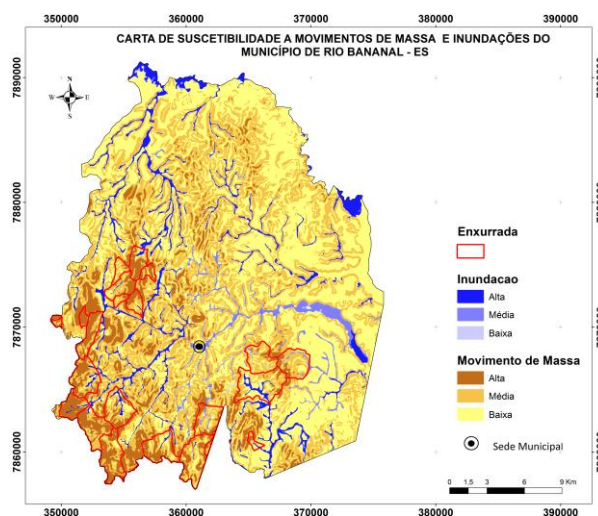


Figura 5. Carta de Suscetibilidade do município de Rio Bananal – ES.

Em primeiro lugar, ao se aplicar a metodologia para modelagem, na análise da área, a suscetibilidade ao processo de corrida de massa não foi detectada em nenhuma área do município, porém, as características do relevo assinalam diversos locais com expressivos depósitos de tálus e rampas de alúvio-colúvio (**Figura 6**) cujas características geotécnicas intrínsecas são favoráveis ao desenvolvimento do processo. Destacando-se, como ressalva, o fato de que a localização dos corpos de tálus ocorre especialmente no interior das áreas onde está presente o processo de enxurrada e como já mencionado anteriormente, presente na metodologia o pressuposto: onde tende a ocorrer corrida de massa pode também ocorrer enxurrada, mas o inverso não encontra correspondência nos casos históricos levantados.



Figura 6. Corpo de tálus junto a um dos pontos de verificação.

A suscetibilidade ao processo de enxurrada foi assinalada em 11,80% da área total do

município e 8,96% da área urbana edificada que inclui a localidade de São Francisco e também uma vila às margens do Córrego Dr. Mário Freire junto a capela homônima. Para os planejadores municipais estas informações indicam, à priori, a inadequabilidade à ocupação urbana, as áreas suscetíveis já ocupadas e a necessidade de monitoramento quanto a expansão urbana.

Em segundo lugar, a suscetibilidade aos movimentos gravitacionais de massa (deslizamento) indicam que a quase totalidade das áreas estão compreendidas entre baixa e média (90,32%) e, ainda, que aproximadamente metade do município possui suscetibilidade baixa ao processo (50,86%). No entanto, concentradas sobre um relevo serrano ou de escarpas de borda de planalto, normalmente junto as áreas coincidentes com a abrangida pelas bacias de enxurrada, há incidência de áreas de alta suscetibilidade aos movimentos gravitacionais de massa no percentual de 9,67%. Além disso, nessas áreas, pode haver suscetibilidade a outros processos associados, como por exemplo, o tombamento/rolamento de blocos (**Figura 7**). Embora, geralmente, estas sejam áreas rurais pouco adensadas há ocupação com fins residenciais e estradas que podem ser atingidas e portanto devem ser monitoradas. Estes dados indicam a inadequação de escolha destas áreas como destinação a ocupação urbana, inclusive pela superposição/concentração de processos em grau alto.



Figura 7. Área rural e Rio Bananal, junto a corpo de talus, mostrando moradia em local suscetível aos processos de deslizamento e rolamento de blocos.

Por fim, o processo de inundação (grau alto), abrange 5,43% da área total do município e

quando se considera a área urbana suscetível, este percentual sobe para 25,43%. A soma das áreas urbanas suscetíveis à inundação em grau alto e médio atinge 50,34%, quer dizer: mais da metade da área de ocupação urbana atual. Este quadro, semelhante em muitos municípios brasileiros, reflete uma situação potencial ocorrência de um desastre natural ao qual estão submetidas parcelas significativas da população estabelecida nestas áreas. Em Rio Bananal, o maior evento registrado ocorreu em 17 de dezembro de 2013 quando os rios Bananal, Timirim, Panorama e Bananalzinho transbordaram inundando a área central na sede do município e também a área rural. Neste evento, o nível d'água chegou a cinco metros, o município ficou isolado por via terrestre, quatro casas foram arrastadas pelas águas e aproximadamente 200 moradores foram desalojados de suas casas (**Figura 8**).



Foto: Defesa Civil ES (17/12/2013)

Figura 8. Vista aérea do rio Bananal, que transbordou e inundou a cidade, no Norte do estado, do Espírito Santo.

4 CONCLUSÕES

No município de Rio Bananal, o processo de maior abrangência em áreas urbanas atuais (grau alto) e que, possivelmente traz os maiores prejuízos, é o processo de inundação.

Estes dados apontam a necessidade de condução de uma política que avalie/mensure as áreas possíveis de ocupação a partir, inclusive, das informações fornecidas por esta carta de suscetibilidade, especialmente no que tange as planícies de inundação e terraços antigos. Outrossim, caso o adensamento populacional

em áreas ainda pouco povoadas do município venha a ocorrer sem acompanhamento e/ou planejamento todos os demais processos assinalados na carta também podem se tornar fonte de desastres naturais nas áreas por eles abrangidas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Brasil. Lei nº 12.608, de 10 de abril de 2012. Institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil - PNPDEC; dispõe sobre o Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil - SINPDEC e o Conselho Nacional de Proteção e Defesa Civil - CONPDEC; autoriza a criação de sistema de informações e monitoramento de desastres; altera as Leis nos 12.340, de 1º de dezembro de 2010, 10.257, de 10 de julho de 2001, 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.239, de 4 de outubro de 1991, e 9.394, de 20 de dezembro de 1996; e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, 11 abr. 2012.
- Defesa Civil ES; <http://fotospublicas.com/cidades-espirito-santo-sao-prejudicadas-pelas-fortes-chuvas/> acesso em 15/04/2016
- Fell, R. et al. (2008). *Guidelines for landslide susceptibility, hazard and risk zoning for land-use planning*. Engineering Geology, v. 102, p. 83-111.
- G1 ES, com informações da TV Gazeta; <http://g1.globo.com/espirtosanto/noticia/2013/12/riob-ananal-es-contabiliza-prejuizos-apos-enchentehistorica.html>; acesso em 15/04/2016
- Silva, S. F. da, Bitar, O.Y. (2015). *Aplicabilidade dos métodos de mapeamento de áreas suscetíveis a movimentos gravitacionais de massa e inundações em inundações em distintas regiões do Brasil*. In: Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia e Ambiental, 15. Bento Gonçalves. Anais... 2015; digital. Anais... Bento Gonçalves: ABGE. 1 CD ROM.
- Stabile, R. A. et al. (2013). *Análise de fatores condicionantes de instabilizações em encostas como subsídio para a modelagem estatística da suscetibilidade a deslizamentos*. In: Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia e Ambiental, 14., 2013, Rio de Janeiro. Anais... Rio de Janeiro: ABGE. 1 CD ROM.