

Estudo de manchas de inundação utilizando imagem SRTM nas proximidades da área urbanizada da sede do município de Alegre-ES

Filipe Altoé Temporim ¹

Carlos Alberto Tinoco Alvarenga ¹

Paulo de Tarso Ferro de Oliveira Fortes ¹

¹ Departamento de Geologia/Universidade Federal do Espírito Santo – DEGEO/UFES
Caixa Postal 16, CEP 29500-000 - Alegre - ES, Brasil
{filipe-altoe, carlos.alberto.alvarenga}@hotmail.com
paulo.fortes@ufes.br

Abstract. Floods are natural events that occur due to leakage of water from the lower bed of a river. The located in areas with low slope and reliefs downgraded, as the river plains, where no accumulation of water and sediment are most affected by floods. Get study of susceptible areas to flooding is important for the growth of the urban area. Today, with the ease of access to modern Geographic Information Systems (GIS) and to the study generated from data readily available or collected in the field, you can develop various types of analyzes in connection with studies of geological risks. In this paper a preliminary study will be done with the ultimate goal of generating a map of spot flooding in an area in the municipality of Alegre-ES. For this, we used a Digital Elevation Model (DEM) to generate various data that will bring positive results on subject, using GIS tools. The goal is to generate altimetry, drainage and slope capable of serving as tool to create two maps of spot flooding, one from 1 m and other with 2 m of quotas flood. The interpretation of this map will take into account the way that the population could expand without having future flooding problems.

Palavras-chave: geographic information systems, slope, floods, drainage, sistema de informações geográficas, declividade, inundação, drenagem.

1. Introdução

As inundações são eventos naturais que ocorrem devido ao extravazamento das águas do leito menor de um rio. São mais afetadas pelas inundações as áreas localizadas em relevos com baixa declividade e rebaixados, como as planícies fluviais, onde há acumulação de água e de sedimentos, segundo Enomoto (2004). Este é um dos grandes problemas enfrentados por municípios brasileiros atualmente, já que técnicas convencionais quando aplicadas para monitorar a expansão urbana e a ocupação de áreas de bacias hidrográficas, não tem conseguido acompanhar a velocidade com que o fenômeno se processa, de acordo com Penha e Guimarães (2009). Obter o estudo de áreas susceptíveis a inundações é de extrema importância para o crescimento do perímetro urbano. Em função disso, a necessidade da busca de novos métodos deve ser alertada. Atualmente, com a facilidade ao acesso a modernos Sistemas de Informações Geográficas (SIGs), bem como o estudo gerado a partir de dados facilmente disponíveis ou coletados em campo, é possível desenvolver diversos tipos de análises no âmbito dos estudos de riscos geológicos, segundo Nascentes (2001).

Nesse trabalho será feito um estudo preliminar com o objetivo final de gerar dois mapas de risco de inundação numa área que abrange a cidade de Alegre-ES. Para isso, foi utilizada imagem SRTM para gerar vários dados que resultam em dados significativos a respeito do assunto, utilizando ferramentas de SIG. O objetivo é gerar altimetria, drenagem e declividade, capazes de servir como ferramentas para criar dois mapas de manchas de inundação um de cota de 1m e outro com 2m. Será feita comparação entre as duas cotas, e contagem estatística para a porcentagem de cada classe tanto para o perímetro urbano quanto para a área urbanizada da sede.

2. Metodologia de trabalho

2.1. Localização

A área localiza-se no município de Alegre (Figura 01) que possui 30.768 habitantes, segundo o censo do IBGE (2010), situa-se na região sul do Espírito Santo, a 189 km de Vitória, fazendo parte da mesorregião Sul Espírito-santense e da microrregião Caparaó. A área compreende o perímetro urbano da sede e é delimitada pelas coordenadas: leste 231340 m e 239202 m; e norte 7705020 m e 7697110 m.

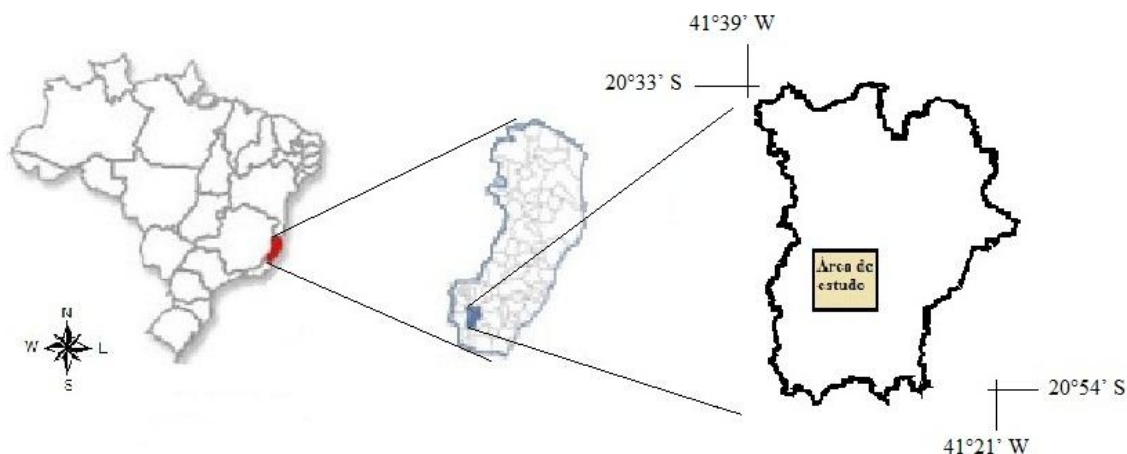


Figura 01: Localização da área de estudo.

2.2. Materiais

Foi utilizada imagem de radar (*Shuttle Radar Topography Mission SRTM*), disponibilizado pela Embrapa. Os dados foram processados no programa *Spring-5.1.8* que é um SIG com funções de processamento de imagens, análise espacial, modelagem numérica de terreno e consulta a banco de dados espaciais SPRING (2005), disponibilizado pelo INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais).

2.3. Metodologia

A escolha da imagem SRTM, como superfície digital, se fundamenta pela qualidade dos seus dados, além de apresentar a vantagem de ser disponibilizada gratuitamente. Primeiramente a grade da imagem SRTM foi refinada para tamanho do pixel 10 m e com base nesta, foram geradas isolinhas com passo de 20 metros e o mapa de declividade classificado por fatiamento em cinco categorias, a) de 0 a 2%; b) de 2 a 5%; c) de 5 a 10%; d) de 10% a 15%; e) acima de 15% (Tabela 1).

A susceptibilidade a inundações de uma determinada área está diretamente relacionada a aspectos de geomorfologia, pedologia, uso e ocupação do solo e hidrografia, conforme Dias *et. al.* (2004). No entanto, para a finalidade do presente estudo, foram utilizadas somente as bases de altimetria e de declividades (fatores mais determinantes). Foram classificadas categorias de baixas declividades, já que para se obter áreas susceptíveis a inundação, a inclinação do terreno deve ser baixa.

Tabela 1. Classes de susceptibilidade a inundações e suas características

Classes de susceptibilidade a inundações	Declividade
Muito alta	0 – 2%
Alta	2 – 5%
Média	5 – 10%
Baixa	10 – 15%
Muito Baixa	Acima de 15%

. Foram geradas duas grades hidrológicas: grade de direções de fluxo (LDD), que armazena em cada célula da grade a direção do fluxo a partir dessa célula; e grade de fluxos acumulados (ACM), que em cada célula, guarda a informação de por quantas células um determinado fluxo passou até chegar nela (SPRING, 2005). Após esta operação, foi feito o passo “Rede de Drenagem”, que é definida a partir da “Grade de Fluxos Acumulados” (ACM). A célula fará parte da rede de drenagem se o valor da célula da grade for maior ou igual ao valor de limiar fornecido. Neste caso, o valor utilizado, foi o menor da grade, desse modo, todas as células farão parte da rede de drenagem. Após a criação da rede, o mapa gerado em MNT foi transformado para imagem e o contraste foi alterado, assim obteve-se melhor visualização das drenagens geradas.

Para elaborar o mapa de mancha de inundação, pode-se gerar o último passo do modelo hidrológico, ou também pode ser feito utilizando a análise LEGAL. Neste trabalho, a mancha de inundação foi gerada pelo LEGAL, que consiste em operação matemática de subtração entre duas grades: a grade com as cotas de inundação e grade com a topografia, segundo Silva (2006). As grades das cotas de inundação foram criadas, a partir da geração de pontos cotados em locais onde a drenagem intercepta as curvas de nível (Figura 02). Para a geração do mapa foi criada uma rotina legal e o resultado é um novo PI com a mancha de inundação. Para melhor visualização, foi criada uma com cinco classes: a) Muito alta; b) Alta; c) Média; d) Baixa; d) Muito baixa. Realizando o fatiamento, as classes foram associadas gerando o resultado final.

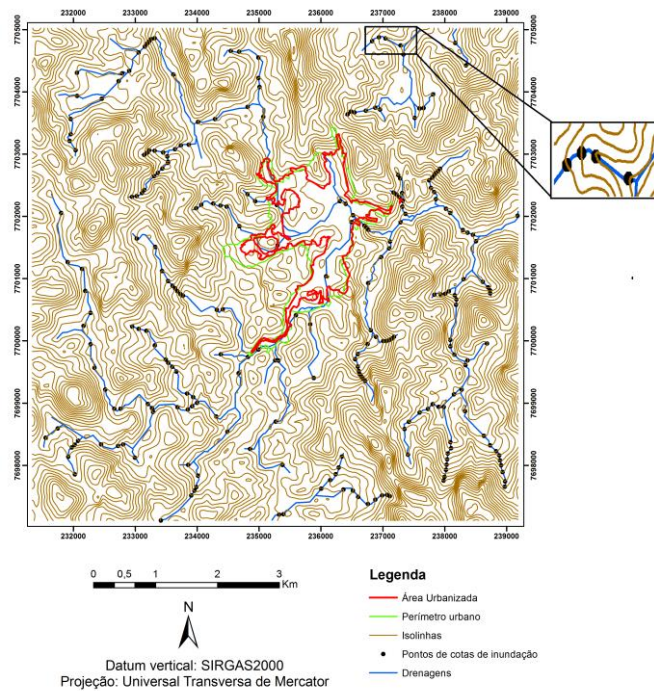


Figura 02: Curvas de nível e rede de drenagem com pontos de cotas de inundação, o limite da área urbanizada e o perímetro urbano da sede.

3. Resultados e Discussão

Com a geração das isolinhas e a grade de declividade, foi possível fazer o fatiamento e gerar o mapa de declividade (Figura 03).

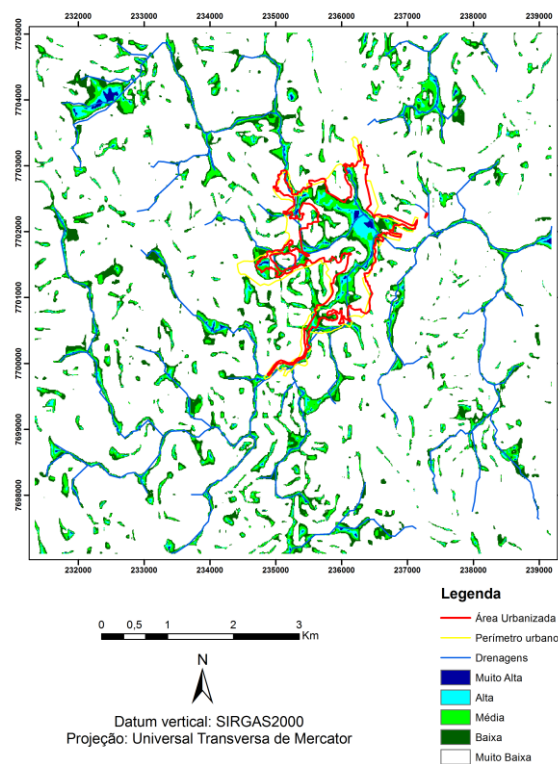


Figura 03: Mapa de declividade com o limite da área urbanizada e o perímetro urbano da sede.

Uma área susceptível a inundação deve ser plana ou ter baixa inclinação, por isso foram escolhidos intervalos com baixo grau de declividade e todas as áreas com inclinação acima de 15% foram analisadas como sendo muito íngremes para ocorrer acúmulo de água. Com a criação das drenagens da área a partir do modelo hidrológico, pôde-se confirmar que a maioria dos locais de baixa declividade são onde cortam as maiores drenagens, sendo interpretados como leitos de rio. As partes onde possuem tons de azul estão, em sua maioria, associadas a vales que passam os rios e córregos, por isso foram interpretadas como planícies fluviais. E nas áreas em tons de verde podem ocorrer acúmulo de água dependendo se são ou não cortadas por drenagens. Já toda a área em branco foi interpretada como não sendo susceptível a inundação, já que possuem inclinação significativa para o escoamento de água.

A grade regular gerada a partir dos pontos criados nas interseções entre as drenagens e curvas de nível juntamente com a grade regular resultada do refinamento da imagem SRTM, serviram como base para gerar os mapas de mancha de inundação com cotas de 1m e 2m. A figura 04 a seguir, mostra o mapa de mancha de inundação na cota de 1m e a Figura 05 com 2m. A área urbanizada nos mapas são todas as áreas efetivamente edificadas da sede, já o perímetro urbano é toda área habitada da sede do município.

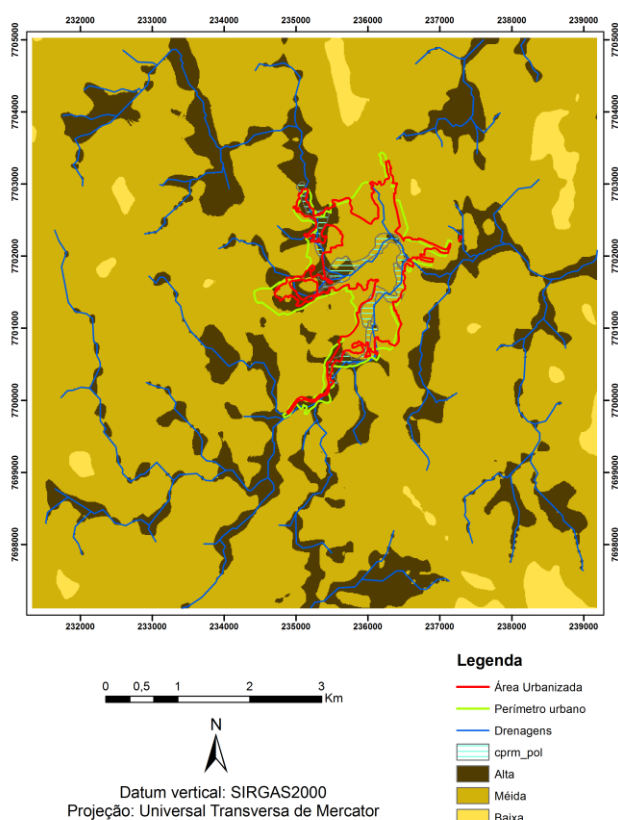


Figura 04: Mapa de mancha de inundação pela análise LEGAL com cotas de 1m.

As manchas de inundações nos mostram locais propícios de extravazamento de água, levando em consideração aspectos de declividade e altimetria. Neste mapa, quanto mais alta a classe, mais propícia à inundação é o local. As tabelas a seguir, exibe a porcentagem de cada classe, primeiro na área urbanizada (Tabela 02) e para o perímetro urbano (Tabela 03).

Tabela 02. Porcentagem de cada classe de mancha de inundação na área urbanizada da sede do município de Alegre.

Classes de mancha de inundação	Porcentagem
Alta	21%
Média	79%
Baixa	0%

Tabela 03. Porcentagem de cada classe de mancha de inundação no perímetro urbano da sede do município de Alegre.

Classes de mancha de inundação	Porcentagem
Alta	24%
Média	76%
Baixa	0%

E a tabela 04 expõe a porcentagem de cada classe existente na interseção do mapa gerado com o polígono de inundação obtido pelo trabalho realizado da CPRM (Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais) na sede do município de Alegre. Essa análise foi feita pela tabulação cruzada.

Tabela 04. Porcentagem de cada classe para a interseção com polígono de mancha de inundação feito pela CPRM.

Classes de mancha de inundação	Porcentagem
Alta	46%
Média	54%
Baixa	0%

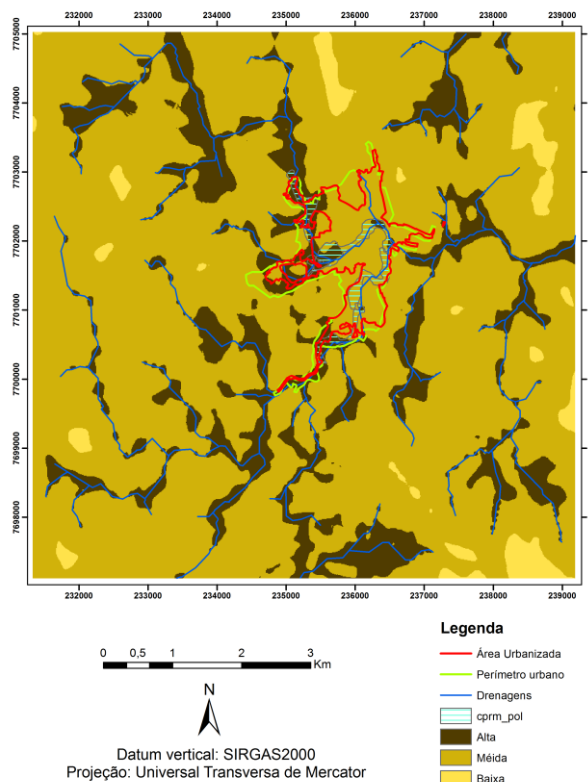


Figura 05: Mapa de mancha de inundação pela análise LEGAL com cotas de 2m.

As Tabelas 05 e 06 abaixo expõem as porcentagens de classes de inundações a partir do mapa de cota de 2m, com o mesmo conceito das geradas anteriormente.

Tabela 05. Porcentagem de cada classe de mancha de inundação na área urbanizada da sede do município de Alegre.

Classes de mancha de inundação	Porcentagem
Alta	23%
Média	77%
Baixa	0%

Tabela 06. Porcentagem de cada classe de mancha de inundação no perímetro urbano da sede do município de Alegre.

Classes de mancha de inundação	Porcentagem
Alta	25%
Média	75%
Baixa	0%

A Tabela 07 parte do mesmo contexto que a tabela 04.

Tabela 07. Porcentagem de cada classe para a interseção com polígono de mancha de inundação feito pela CPRM.

Classes de mancha de inundação	Porcentagem
Alta	49%
Média	51%
Baixa	0%

Analisando as tabelas do perímetro urbano e da área urbanizada da sede, pode-se perceber que em ambos, há predominância da segunda classe, onde o risco a inundação não é eminente. E o alto risco de inundação aumenta juntamente com a cota. E nas tabelas 04 e 07, há quase a mesma quantidade de Alta e Média susceptibilidade. Os mapas gerados exibem bom resultado, já que a área de Alto risco dentro da sede segue dentro do polígono de inundação da CPRM. A área de Média susceptibilidade inserida no polígono, provavelmente é pelo fato de que dentro da sede alguns locais os rios são canalizados e para acarretar em inundação é necessário mais de 2m. Como os pontos de cotas de inundação não foram coletados dados de campo, essas áreas apareceram com Médio risco de inundação.

Pode-se perceber em toda área, que onde há drenagem e a declividade é baixa, a probabilidade de inundação é alta, o que leva a interpretar como área de planícies fluvial. De acordo com a distribuição das classes, provavelmente, a população que vive a noroeste e a sul da sede de Alegre são as que mais sofrem com inundações quando há chuvas intensas.

4. Conclusões

A partir dos resultados obtidos no trabalho, observa-se que existe boa relação entre os dados obtidos utilizando técnicas de SIG e a distribuição das áreas inundadas.

As tabelas do limite da sede e da área urbanizada quando analisadas, percebe-se que em ambas, há maior susceptibilidade a inundações, interpretadas como planícies fluviais, onde o risco a inundação não é eminente. O trabalho foi validado a partir da

observação do polígono de inundação da CPRM na sede de Alegre, pois a área foi sobreposta e teve porcentagem significativa de alto risco nesse local. Dentro do polígono, os locais que são de média probabilidade são - provavelmente - devido à canalização dos rios.

Pretende-se em futuros trabalhos coletar dados de campos e aplicar valores reais para cada ponto de cota de inundação criado, assim ampliar a escala de análise de modo a observar com maiores detalhes a variação e a distribuição de água em superfície entre períodos de chuvas normais e acima da média.

5. Referências Bibliográficas

COELHO, A. L. Uso Imagens Temporais CBERS-2B/CCD para Zoneamento de Área Sazonalmente Inundável no Município de Piúma – ES: uma proposta metodológica. **XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**. p. 2538-2545, 2011.

DIAS, J. E. *et al.* **Geoprocessamento aplicado à análise ambiental: o caso do município de Volta Redonda/RJ**. In: SILVA, J. X. da, ZAIDAN, R. T. Geoprocessamento e análise ambiental: aplicações. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004. p. 143-177.

ENOMOTO, C. F. **Método para elaboração de mapas de inundação: estudo de caso na bacia do rio Palmital, Paraná**. 2004. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental) – Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2004.

GUIMARÃES, N.A.; PENHA, J.W. Mapeamento das áreas de risco de inundação no município de Muriaé-MG, com a utilização de Sistemas de Informações Geográficas. **Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, INPE, p. 3875-3882.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE, **Censos demográficos 2009** (estimativa).

MONI SILVA, A. P. **Elaboração de Manchas de Inundação para o Município de Itajubá, utilizando SIG**. Tese (Mestrado em Engenharia de Energia) - UNIFEI. Engenharia da Energia. 2006. P. 58 -105.

OLIVEIRA, G. G. **Mapa de susceptibilidade a inundações da Sub-Bacia do Arroio da Areia/RS**. Trabalho de Graduação, Instituto de Geociências, Departamento de Geografia/UFRGS. Porto Alegre, 2007.

SPRING – **Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas**. 2005. [On-line] Disponível na Internet no endereço eletrônico: <http://www.dpi.inpe.br/spring/>. Data de acesso: 20/09/2012.

CPRM. **Ação Emergencial para Delimitação de Áreas em Alto e Muito Alto Risco a Enchentes e Movimentos de Massa**. Alegre-ES. Inédito, 2012.