

USO DE SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS NA AVALIAÇÃO DE RISCO DE INUNDAÇÃO PARA O DISTRITO DE ARACÊ, DOMINGOS MARTINS - ES

Daiani Bernardo Pirovani¹, Viviane Ávila de Sousa Oliveira¹, Franciane L. R. O. Louzada¹, Damiana Lima Caiado¹, Paulo H. M. Breda¹, Marcela S. Lougon¹, Alexandre Rosa dos Santos², Aderbal Gomes da Silva¹

¹ Universidade Federal do Espírito Santo/Departamento de Engenharia Florestal, daianipirovani@hotmail.com; viviandavila@hotmail.com; francianelouzada@yahoo.com.br; damicaiaido@yahoo.com.br; paulob0029@yahoo.com.br; marcelalougon@gmail.com; aderbalsilva@yahoo.com.br

² Universidade Federal do Espírito Santo /Departamento de Geografia, mundogeomatica@yahoo.com.br

Resumo- As inundações ocorrem de forma aleatória, quando a precipitação é intensa, e o solo não possui capacidade de infiltrar toda a água, esse excesso que não é drenado inunda a área de acordo com a topografia. O mapeamento de áreas inundáveis é importante para delimitá-las e designá-las para usos adequados. O objetivo deste trabalho foi realizar estudos sobre risco de inundação para o distrito de Aracê, pertencente ao município de Domingos Martins, ES. No modelo proposto foram utilizados dados espacializados de precipitação, declividade, altitude, uso do solo e pedologia. Os mapas dos fatores em estudo passaram por re-escalamento no IDRISI 32 de acordo com a lógica Fuzzy. Fez-se o uso do conceito de Saaty para aplicação dos pesos estatísticos em cada fator. O mapa de riscos de inundação para o distrito de Aracê foi gerado no ArcGIS 9.2 de acordo com o modelo proposto por Saaty (1977) utilizando os pesos encontrados e os fatores padronizados pela lógica Fuzzy. Os resultados mostram forte influência dos fatores precipitação, declividade, altitude, pedologia e uso do solo nas áreas de maior e menor risco de ocorrência de inundações.

Palavras-chave: Inundações, Fuzzy, Saaty

Área do Conhecimento: Geotecnologia

Introdução

O Distrito de Aracê, situado a 20° 24' 18" de latitude Sul e 40° 00' 11" de longitude Oeste está localizado no Município de Domingos Martins, no Estado do Espírito Santo. A sede do município se encontra a aproximadamente 1.050 metros de altitude. Todo o Distrito de Aracê possui um relevo acidentado e montanhoso, que faz parte da chamada "zona serrano central", nesse quadro, os principais vales são formados pelo rio Jucu Braço Norte e seus afluentes.

No Brasil, alagamentos e inundações são eventos esperados, principalmente durante o verão, quando tipicamente há a ocorrência de chuvas intensas (Righetto & Mendiondo, 2004). O problema das inundações em áreas urbanas existe em muitas cidades brasileiras e suas causas são tão variadas como assoreamento do leito dos rios, impermeabilização das áreas de infiltração na bacia de drenagem ou fatores climáticos.

Deve-se ressaltar a diferença entre os fenômenos inundação e enchente (DEFESA CIVIL NACIONAL, 1996). A inundação é o transbordamento da água da calha normal de rios, mares, lagos e açudes, ou acúmulo de água por

drenagem deficiente, em áreas não habitualmente submersas, enquanto que a enchente é a elevação do nível de água de um rio, acima de sua vazão normal.

Segundo Tucci (2004) as principais condições naturais para a ocorrência de inundações são relevo, tipo de precipitação, cobertura vegetal e capacidade de drenagem. Já as principais condições artificiais são obras hidráulicas, urbanização, desmatamentos, reflorestamento e uso agrícola.

No presente trabalho, os fatores que mais contribuem para a ocorrência de inundações, foram identificados e aplicou-se o Método Analítico Hierárquico (AHP), proposto por Thomas L. Saaty, no desenvolvimento de um mapa de risco de inundações para o distrito de Aracê. Este método tem sido adaptado por diversos pesquisadores para realizar estudos ambientais, como os trabalhos desenvolvidos por Hasenack et. al. (1998), Rosot et. al. (2000), Coutinho (2004) e Tulli (2007), pois permite a divisão do problema em níveis hierárquicos, facilitando sua compreensão e avaliação, resultando em um mapa de fácil interpretação e visualização.

O AHP foi desenvolvido por Saaty (1977), segundo o autor o principal problema na teoria de

decisão é como estabelecer pesos para atividades de acordo com sua importância. O método de análise hierárquica possui programas específicos para o seu desenvolvimento, mas já foi adaptado para o ambiente dos sistemas de informação geográficos (SIG), como é o exemplo do aplicativo computacional Idrisi 32, onde a rotina pode ser rapidamente desenvolvida (EASTMAN, 2001).

O presente trabalho tem como objetivo realizar estudos sobre risco de inundação para o distrito de Aracê, baseado nos diferentes índices de precipitação que ocorrem na área em estudo e levando em consideração as características locais de declividade, altitude, uso do solo e pedologia.

Metodologia

Para a realização do trabalho foram utilizados dados médios mensais de precipitação oriundos de uma série meteorológica de 30 anos, disponibilizada pela INCAPER e dados espaciais de curvas de nível, uso do solo e pedologia, disponibilizados pelo sistema GEOBASES.

A fim de preparar essa base de dados necessária para a elaboração do mapa de risco de inundação, utilizando o software ArcGIS 9.2, foram elaborados os mapas matriciais de precipitação, altitude, declividade, uso do solo e pedologia.

Utilizando a técnica Fuzzy, disponibilizada no software IDRISI 32, os mapas matriciais foram padronizados em intervalos variando de 0 a 1. Valores mais próximos de 1 representam maior impacto da fator ambiental, enquanto que os valores mais próximos de 0 representam menor impacto.

Para obtenção do mapa de risco de inundação para o distrito de Aracê, utilizou-se o Método de Análise Hierárquica criado por Saaty (1977). Este método faz uso de uma escala de comparação em que se pode definir linearmente a hierarquia de importância entre os fatores pré-definidos (Pedologia, uso do solo, precipitação, altitude e declividade) mostrados na Tabela 1.

Tabela 1 : Escala de comparadores

Valores	Importância Mútua
1/9	Extremamente menos importante que
1/7	Muito fortemente menos importante que
1/5	Fortemente menos importante que
1/3	Moderadamente menos importante que
1	Igualmente importante a
3	Moderadamente mais importante que
5	Fortemente mais importante que
7	Muito Fortemente mais importante que
9	Extremamente mais importante que

Fonte: Saaty (1977), apud Rosot (2000), adaptado

Os valores de importância relativa de cada fator que influencia no risco de inundação, esses v foram fornecidos ao aplicativo Idrisi32, para que

fosse feito o cálculo dos pesos estatísticos dos fatores, apresentados na Tabela 2. Os valores dos pesos também podem ser obtidos manualmente apenas dividindo cada elemento da matriz de comparação pela somatória dos elementos da coluna a que ele pertence e fazendo-se uma média entre as colunas.

Tabela 2: Pesos dos fatores

Fatores	Pesos
Pedologia	0.0333
Uso do Solo	0.0634
Precipitação	0.1290
Altitude	0.2615
Declividade	0.5128

Um ponto importante em relação às matrizes é a sua consistência. Saaty (1977) propõe uma forma de medi-la através da razão de consistência (RC), afirmando que quanto maior o valor de RC maior será a inconsistência. O mesmo autor afirma que para matrizes de ordem maior que 4 sejam consideradas consistentes, RC deve apresentar valor igual ou menor que 0,10. Assim sendo, os pesos apresentados foram aceitáveis visto que o valor da Razão de consistência para a matriz em questão é de 0.05.

Para obtenção do mapa final de risco de inundação para o distrito de Aracê, cada imagem fator foi multiplicada pelo seu peso correspondente e, posteriormente, todos os fatores foram somados, conforme o modelo descrito a seguir.

$$\text{Risco de Inundação} = (\text{Pedologia} * 0.0333) + (\text{Uso do Solo} * 0.0634) + (\text{Precipitação} * 0.1290) + (\text{Altitude} * 0.2615) + (\text{Declividade} * 0.5128)$$

Resultados

Com a aplicação do modelo proposto para o risco de inundação no distrito de Aracê, onde os fatores em escala padronizada foram somados após terem sido multiplicados pelo seu peso, obteve-se o mapa final de risco de inundação apresentado na Figura 1. Os resultados numéricos encontram-se na Tabela 3.

Tabela 3. Resultado do nº de pixels, da área (ha) e do % relativo ao total, dentro das classes de risco de inundação do distrito de Aracê.

Baixo-baixíssimo risco (B-BR), médio-baixo risco(M-BR), médio risco(MR), alto-médio risco(A-MR), e alto-altíssimo risco (A-MR)

Classes	Pixels	Área (ha)	% do Total
B-BR	1090816	1090816	26.89944
M-BR	2301685	2301685	56.75937
MR	604503	604503	14.907

A-MR	56595	56595	1.395628
A-AR	1564	1564	0.038568
Totais	4055163	4055163	100 %

informação é importante pois podem ser tomadas medidas preventivas para minimização desse risco, visto que a água representa um grande carreador de doenças.

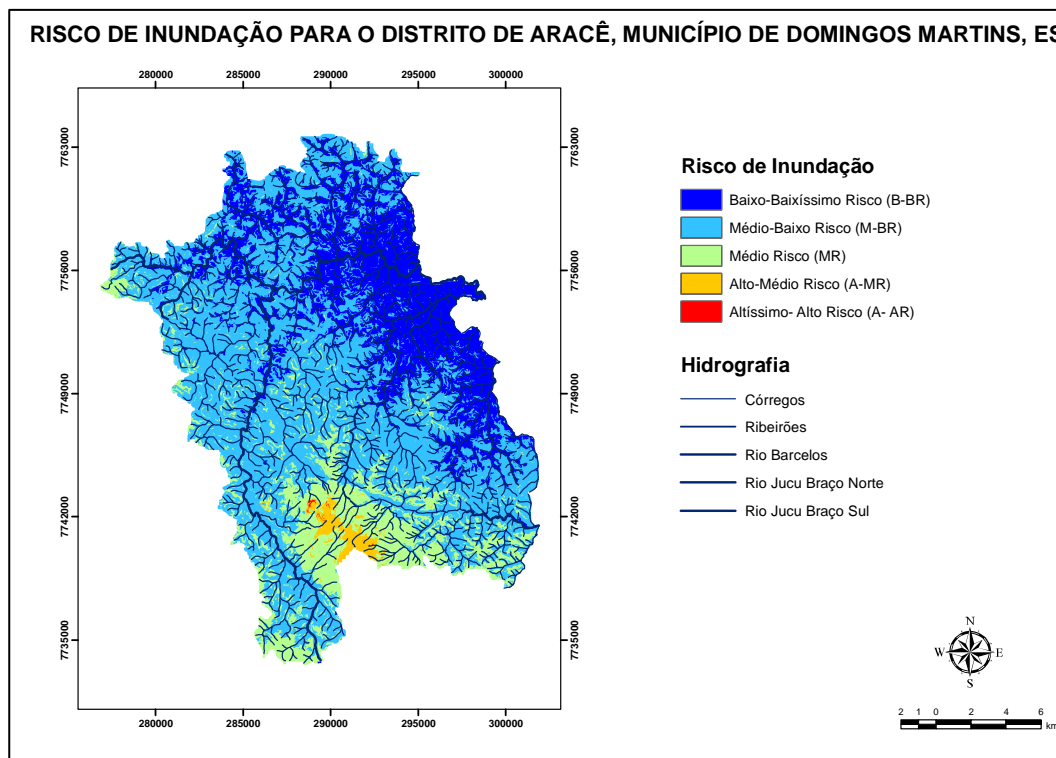


Figura 1 - Risco de Inundação para o distrito de Aracê

Discussão

Na Figura 1 percebe-se, claramente, a definição das várias classes estudadas, reafirmando o potencial de uso do ferramental metodológico em questão. A maior área mapeada pertence à classe de médio-baixo risco (M-BR), apresentando 56,76%, seguida pela classe de baixo-baixíssimo risco (B-BR), responsável por 26,89% da área. Esse resultado é justificado por meio da avaliação realizada nas classes ambientais de maior peso, declividade e altitude respectivamente, que demonstram que a área de estudo apresenta declividades acentuadas, relevo irregular e altitudes medianas. Nota-se que a menor área mapeada refere-se à classe de Alto-altíssimo risco (A-AR), responsável por apenas 0,03%, e que a classe de médio risco é responsável por 14,9%. Numericamente estas observações demonstram que o distrito de Aracê apresenta maior proporção de áreas não suscetíveis à inundação, do que áreas suscetíveis, já que as classes de alto-médio risco (A-MR) e alto-altíssimo risco (A-AR) respondem por 0,03% e 1,39% da área respectivamente. Uma observação importante a ser feita, é que as áreas edificadas apresentam médio a altíssimo risco de inundação, essa

Conclusão

As áreas que apresentaram maior risco de inundação, encontram-se em uma região onde os fatores declividade, altitude, precipitação, uso do solo e pedologia formaram uma combinação favorável à ocorrência deste risco. Tais áreas encontram-se em um local que apresenta os maiores índices de precipitação.

Todos os fatores estudados (declividade, altitude, pedologia, uso do solo e precipitação), exercem influência sobre as inundações do distrito de Aracê.

O mapa obtido com o presente trabalho, sobre o risco de inundações para o distrito de Aracê, é importante para a população local realizar medidas mitigadoras visando minimizar a ocorrência de cheias nos locais mais críticos.

Referências

- COUTINHO, L. A. **Mapa de Vulnerabilidade à Ação Antrópica em Mangue Seco E Proximidades, Vitória, ES.** 2004. Monografia (Bacharel em Geografia) – Departamento de

Geografia. Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Vitória, 2004.

- DEFESA CIVIL NACIONAL. **Manual de Desastres**. Brasília: Ministério do planejamento e orçamento, 1996.
- EASTMAN, J. R. Idrisi for Windows. Versão 32. Worcester, MA: Clark university, 2001.
- HASENACK, H.; WEBER, E.; VALDAMERI, R. 1998. **Análise de vulnerabilidade de um parque urbano através de um módulo de apoio à decisão em um sistema de informação geográfica. Congresso e Feira para usuários de geoprocessamento da América Latina**, 4. Anais do Congresso e Feira para usuários de geoprocessamento da América Latina. Curitiba/ PR.
- RIGHETTO & MENDIONDO. **Avaliação de riscos hidrológicos: principais danos e causas e Proposta de seguro contra enchentes**. III Simp. Rec. Hídricos Centro-Oeste - Goiânia (GO) - 2004
- ROSOT, M. A. D.; BARCZAK, C. L.; COSTA, D. M. B. **Análise da vulnerabilidade do manguezal do Itacobi a ações antrópicas utilizando imagens de satélite e técnicas de geoprocessamento. COBRAC 2000, UFSC. Florianópolis**. Congresso brasileiro e cadastro técnico multifinalitário. 15 a 19 de outubro de 2000.
- SAATY. T. H. A **Scaling Method For Priorities in Hierarchical Structures**. Journal of Mathematical Psychology, v. 15, n 3, p. 234-281, 1977.
- TUCCI, C. E. M. **Hidrologia: Ciência e aplicação**. 3 ed. Porto Alegre: UFRGS/ABRH, 2004.
- TULLI, L.M.A. **Vulnerabilidade à ação antrópica e uso e ocupação do solo para a Estação Ecológica Municipal Ilha do Lameirão, Vitória-ES** 2007. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Programa de pós graduação em engenharia ambiental, Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Vitória, 2007. 106 p.