

MAPEAMENTO DAS ÁREAS DE RISCO DE INUNDAÇÃO NO MUNICÍPIO DE JOÃO MONLEVADE - MG, COM A UTILIZAÇÃO DE SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS

Felipe Carvalho Santana (*), Willian Gonçalves Ribeiro, Gleícia Miranda Paulino, Marcos Antônio Gomes

* Universidade Federal de Viçosa (UFV) - fcarvalhosantana@yahoo.com.br

RESUMO

As principais condições para a ocorrência de enchentes e inundações em áreas urbanas são declividade, chuva de grande intensidade, falta de cobertura vegetal e baixa capacidade de drenagem dos solos. A ocupação urbana em áreas de morro e próximas a cursos d'água, as pavimentações e obras hidráulicas mal planejadas potencializam tais ocorrências. O município de João Monlevade/MG se desenvolveu ocupando áreas próximas a córregos e em morros, estabelecendo alguns bairros centrais localizados em vales encaixados. Esse trabalho visa caracterizar áreas com maiores riscos de inundação da cidade, utilizando mapas de declividade, uso e ocupação do solo, tipo de solo e altimetria. No mapa de uso e ocupação do solo foram calculadas as áreas impermeabilizadas, que juntamente com a modelagem digital de elevação (MDE) e os dados de precipitação anual, foi possível a realização de uma modelagem hidrológicamente consistente. O *software* ArcGis 10.1 foi utilizado para o processamento da análise de multicritério, onde foi realizado o cruzamento das informações e ponderou-se cada item pelo grau de influência no processo de inundação, gerando como resultado um mapa-síntese da situação, demonstrando as áreas de baixa, média e alta susceptibilidade à inundação. Sugere-se que estas informações sejam consideradas pelo poder público nos projetos de gestão e planejamento urbano que visem o controle de inundações e de alerta às populações situadas em locais de riscos.

PALAVRAS-CHAVE: Áreas de risco, SIG, geoprocessamento, análise de multicritério.

INTRODUÇÃO

Vivemos em uma sociedade onde as catástrofes fazem parte dos noticiários. Como por exemplo, os que ocorreram em 2010 na a região serrana do Rio de Janeiro, que sofreu com as inundações e deslizamentos de terra, fazendo diversas vítimas. Isso ocorreu devido ao grande volume de água precipitado e a forma de relevo da região (Revista Veja, 2010).

Os motivos para a ocorrência desses desastres estão associados ao crescimento desordenado do município, a forma da bacia hidrográfica, as linhas de drenagem, aos grandes volumes de precipitações em um curto espaço de tempo. Tucci et al.(1995) justificam esses desastres ligados também a característica que o ser humano possui desde os primórdios, que é o de se instalar próximo à cursos d'água, ocupando zonas de extrapolação natural.

As enchentes ocorrem quando a precipitação é intensa e a quantidade de água que chega simultaneamente ao rio é superior à sua capacidade de drenagem, resultando em inundações das áreas ribeirinhas (Tucci, 2004).

Devido a esses motivos é necessário o acompanhamento das cidades em relação a esses eventos (deslizamentos e inundações). Dentro deste contexto, ferramentas de grande poder de avaliação foram criadas, como o SIG (Sistema de Informação Geográfica) que utilizam técnicas como a Heurística, que estão presente no Arcgis[®] na ferramenta específica de análise espacial (*SpatialAnalyst Tools*), possibilitando a elaboração de mapeamento do risco de inundação.

Segundo Tucci (2005), a gestão e o combate ao risco à inundação acontecem através da utilização de medidas de controle da inundação que visam tornar mínimo o risco das populações que estão expostas, diminuindo os prejuízos causados. De acordo com Veyret (2007), assinalar o risco em um mapa equivale a afirmar o risco no espaço em questão. Segundo este mesmo autor, o zoneamento e a cartografia que o acompanham constituem a base de uma política de prevenção contra acidentes ou desastres ambientais.

Para Tucci (2004), as principais condições naturais para a ocorrência de enchentes são o relevo, o tipo de precipitação, a cobertura vegetal e a capacidade de drenagem do solo. Já as principais condições artificiais são as obras hidráulicas, a urbanização, o desmatamento, o reflorestamento e o uso agrícola.

Deste modo este trabalho justifica-se proposta de avaliar o risco de inundação da região central da cidade de João Monlevade/MG.

OBJETIVO

Elaborar um mapa que demonstre as áreas propícias às inundações no município de João Monlevade/MG, através de mapas temáticos, imagens de satélite, textos, ilustrações e aerofotogrametria.

METODOLOGIA

O trabalho foi realizado na área urbana do município de João Monlevade – MG, que possui uma extensão territorial de 99 km² e fica localizada na região do Médio Piracicaba, latitude 19,5°S e longitude 43,7°W, pertencente a bacia hidrográfica do Rio Doce. É delimitado pelos municípios de Itabira e Bela Vista de Minas – ao norte, Rio Piracicaba – ao sul, Bela Vista de Minas – Leste e a oeste pelo município de São Gonçalo do Rio Abaixo.

Para a elaboração do mapa de inundação foi utilizado dados vetoriais de curvas de nível, adquiridos através da carta topográfica da macrorregião de Itabira/MG, articulação compatível com a escala 1:250.000 (IBGE). Também, foram utilizados os mapas de uso e ocupação do solo e de pedologia, que foram obtidos no formato digital vetorial oriundo de trabalhos anteriormente realizados na área de estudo.

Os quatro tipos de mapas utilizados foram: de curva de nível (Figura 1), de declividade (Figura 2), de uso e ocupação do solo (Figura 3) e de pedologia (Figura 4), do município de João Monlevade - MG. Mediante estas informações foi feita a reclassificação das variáveis ambientais que compõem cada mapa.

Para representar de forma mais real as condições encontradas em João Monlevade, foi elaborado uma ponderação nos dados. Utilizou-se o método *Analytic Hierarchy Process* (AHP), proposto por Saaty (1977) *apud* Freitas et al. (2012), atribuindo a tomada de decisão para resolução de problemas em níveis hierárquicos. Este método determina por meio de síntese dos valores dos agentes de decisão, uma medida global para cada alternativa, priorizando-as ou classificando-as ao finalizar o método (Gomes et al., 2004). Promove também a decomposição e síntese das relações entre os critérios até que se chegue a uma priorização dos seus indicadores, aproximando-se de uma melhor resposta de medição única de desempenho (Saaty, 1991 *apud* Sellitto, 2005).



Figura 1: Mapa de curva de nível do município de João Molevade/MG, com cotas variando entre 50 metros.

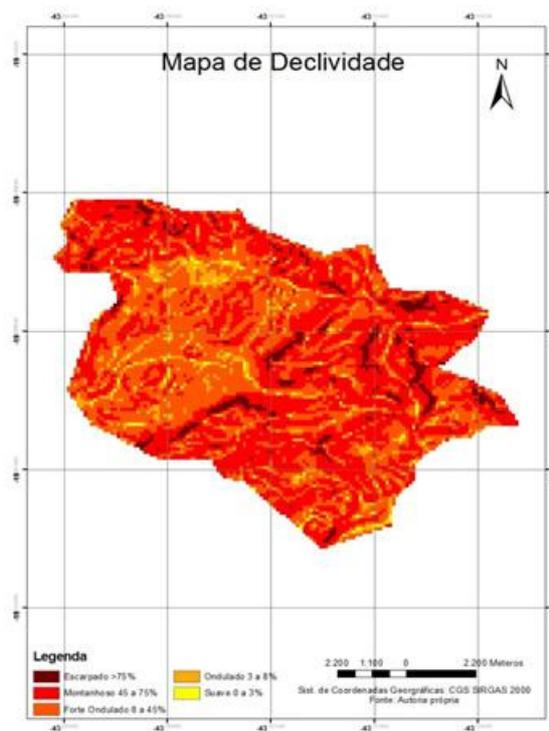


Figura 2: Mapa de declividade do município de João Monlevade/MG, a variação da cor é decorrente a variação da declividade do ponto.

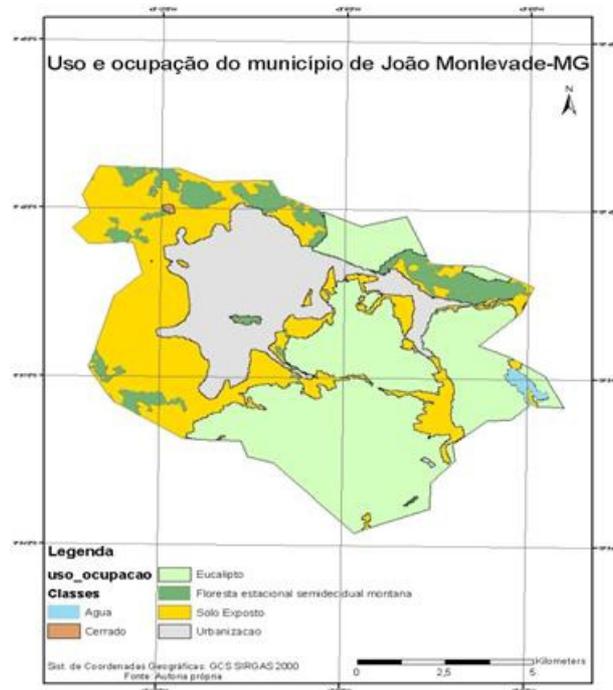


Figura 3: Mapa de uso e ocupação do município de João Monlevade/MG. Fonte: Adaptado da carta topográfica da macrorregião de Itabira/MG.

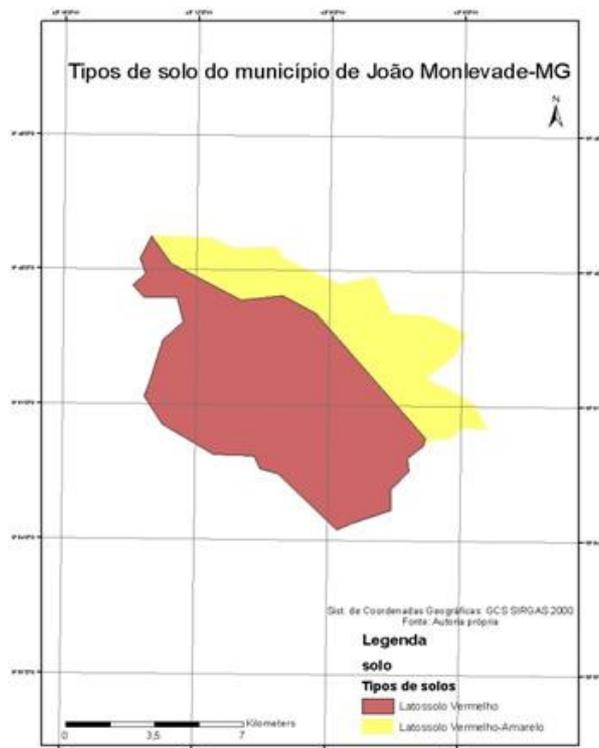


Figura 4: Mapa de tipo de solo do município de João Monlevade/MG.

O banco de dados foi criado, atribuindo notas (valores) para cada mapa com seu respectivo grau de susceptibilidade à inundação (Tabela 1).

Tabela 1 - Condições de notas em relação à susceptibilidade a inundação.

Susceptibilidade à inundação	Nota	Grau de Susceptibilidade
Menos Susceptível	0	Menos Susceptível
Mais Susceptível	10	Mais Susceptível

Para as cotas de altitude, como as cotas das áreas estudadas variaram de 550 a 1500 metros, o modelo foi dividido em 06 escalas, atribuindo 06 notas distintas para cada característica (Tabela 2).

Tabela 2 - Classificação da cota de altitude de João Monlevade/MG.

Cota (m)	Nota
Maior 1001	2
851-1000	4
801- 850	7
751 - 800	8
651 – 750	9
550 – 650	10

Para o relevo das áreas estudadas foi atribuído 06 escalas de classe de relevo encontrado no município, divididas entre plano com porcentagem de declividade (Tabela 3). E o uso e ocupação do solo das áreas estudadas foi dividido em 6 categorias predominantes do município de João Monlevade/MG (Tabela 4).

Tabela 3: Classificação do relevo em relação aos percentuais de declividade e os respectivos valores relacionados às classes de relevo, predominantes no município de João Monlevade/MG.

Classe de relevo	% de declividade	Nota
Escarpado	Maior 75	1
Montanhoso	45 – 75	1
Forte ondulado	20 – 45	3
Ondulado	8 – 20	5
Suave ondulado	3 -8	9
Plano	0 - 3	10

Tabela 4: Uso e ocupação do solo predominantes no município de João Monlevade/MG.

Uso e ocupação do solo	Nota
Floresta	2
Eucalipto	3
Solo exposto	6
Cerrado	7
Urbanização	9
Água	10

No mapa de pedologia foi encontrado duas classes de solo: Latossolo Vermelho e Latossolo Amarelo, sendo adotado para ambos a nota 4.

Os mapas já ponderados foram multiplicados pelos seus respectivos pesos e posteriormente somados utilizando o comando RASTER CALCULATOR (Calculadora de Raster) do SIG ArcGIS 9.3. A Equação 1 mostra o modelo de Índice de Risco de Inundação (IRI).

$$IRI = x_1 \text{Altitude} + x_2 \text{Declividade} + x_3 \text{Uso e ocupação} + x_4 \text{Pedologia} \quad \text{equação (1)}$$

Onde, x_1 , x_2 , x_3 e x_4 representa os pesos estatísticos, variando de 0 a 1.

A combinação e integração destas variáveis por meio do modelo possibilitaram a definição de classes de índices de risco de inundação para a área de estudo (Silva e Zaidan, 2004).

O *software* ArcGis 10.1 foi utilizado para o processamento da análise de multicritério, onde foi realizado o cruzamento das informações com suas respectivas ponderações, levando em consideração o grau de influência no processo de inundação, gerando como resultado um mapa-síntese da situação, mostrando a susceptibilidade à inundação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O trabalho gerou um mapa mostrando a susceptibilidade à inundação, divididas em níveis que variaram de baixo-baixíssimo, médio-baixo, médio, alto-médio e altíssimo risco de inundação (Figura 5). Assim, foi possível identificar e quantificar áreas sujeitas à inundação, ao efetuar o cruzamento de vários planos de informações com a área de risco de inundação. Isso mostra as várias possibilidades de uso da planta digital no estudo e apoio à tomada de decisão na condução da política urbana, como Castilho & Giotto (2004) descrevem em seu trabalho.

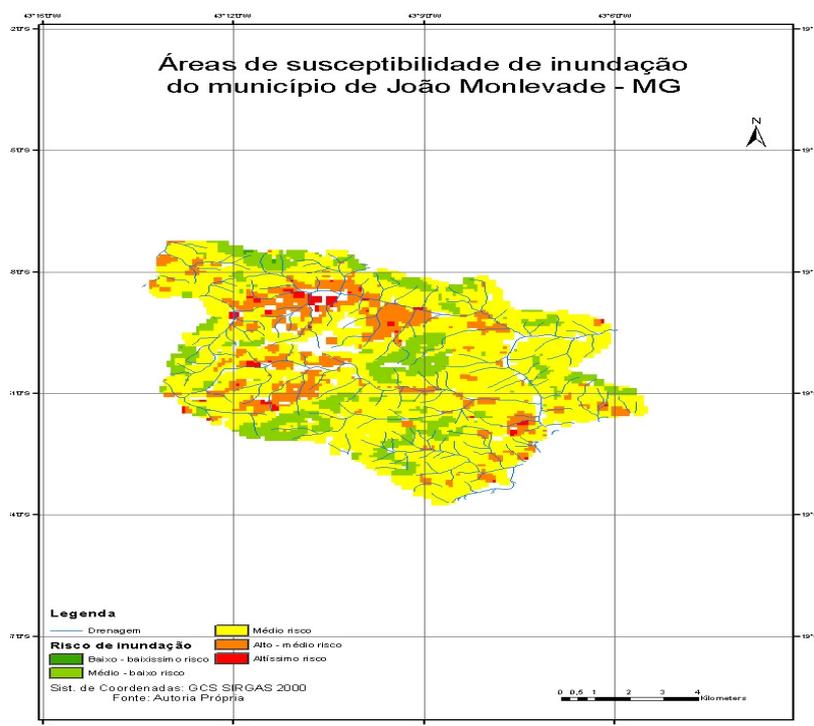


Figura 5: Mapa de áreas de susceptibilidade de Inundação do município de João Monlevade/MG, a variação da cor é decorrente ao risco de inundação do ponto.

Sobrepondo o mapa de declividade (Figura 2) com o de uso e ocupação do solo em João Monlevade (Figura 3), observou-se que a área urbana do município, região mais povoada, apresenta um relevo plano a forte ondulado, com declividade variando entre 0 a 45%, cercado por uma região montanhosa a escarpado, com declividade de 45 a 75% e maior que 75%, respectivamente (Figura 2). Mostra também que a bacia hidrográfica da região onde se encontra a mancha urbana possui uma forma alongada.

No mapa de susceptibilidade à inundação (Figura 5), foi possível observar diversas áreas com nível altíssimo a alto-médio risco de inundação, muitas delas no ponto central da mancha urbana do município. Estas informações são importante para o poder público municipal nos projetos de gestão e planejamento urbano que visem o controle de inundações e de alerta às populações situadas em locais de riscos.

Os fatores apontados para as causas das cheias variam de local para local, em áreas próximas a cursos d'água as enchentes muitas das vezes estão atribuídas à cheia natural do rio, enquanto nos locais mais afastados os fatores apontados são diversos, embora fatores comuns, como redes de drenagens entupidas e deficiência do sistema de saneamento podem ser os mais recorrentes.

CONCLUSÕES

A elaboração do mapa de susceptibilidade à inundação permitiu observar altíssimo risco e alto-médio risco de inundação na região central da cidade.

Sugerimos que o mapa e as informações levantadas neste trabalho sejam considerados pelo poder público nos projetos de gestão e planejamento urbano que visem o controle de enchentes e de alerta às populações situadas em locais de risco de possíveis inundações.

Sugerimos também uma pesquisa aprofundada possibilitando a criação de um modelo de inundação com mapa de alerta possibilitando a população níveis de alerta em períodos anteriores a uma possível cheia.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão de bolsa de pesquisa.
À UEMG pelo apoio logístico para a execução do projeto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Castilho, J. L. S.; Giotto, E. Aplicação de Técnicas de Geoprocessamento na Definição da Interferência da Área de Risco em Área de Uso urbano - Estudo de Caso: Dom Pedrito RS In: Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico MultifinalitárioCobrac – 2004, Florianópolis. *Anais*.
2. Freitas, D. F.; Martins, I. V. F.; Tuler, V. O.; Santos, G. M. A. D. A. D.; Santos, A.R. Vulnerabilidade para a Ocorrência de Fascioleose na Área Experimental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo, IFES, Alegre, ES. Instituto Biológico, São Paulo, v.79, n.4, p.533-540, out./dez., 2012.
3. Gomes, L. F. A.M. et al..Tomada de Decisões em Cenários Complexos. São Paulo: Pioneira, 2004.
4. Revista Veja, 2010. Retrospectiva 2010. disponível em: <http://www.revistaemergencia.com.br/noticias/retrospectiva_2010/chuvas_provocam_inundacoes_e_deslizamentos_no_rj_em_2010/JajjA5y4>. Acessado em 09 de jul. 2013;
5. Selitto, M. A. Medição e controle de desempenho estratégico em sistemas de manufatura. 2005, 195 f. Tese (Doutorado em Engenharia – Ênfase em Gerência e Produção) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.
6. Silva, J. X.; Zaidan, R. T. Geoprocessamento & análise ambiental: Aplicações. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, p. 143-177, 2004.
7. Tucci, C. E. M. Gestão das inundações urbanas. Global WaterPartnership. Edição em arquivo digital. Brasília, 2005;
8. Tucci, C. E. M. Hidrologia: Ciência e aplicação. 3ª ed. Porto Alegre: UFRGS/ABRH, 2004;



*V Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental
Belo Horizonte/MG - 24 a 27/11/2014*

9. Tucci, C. E. M.; Porto, R. L. L.; Barros, M. T. de. Drenagem Urbana. Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 1995. 428 p. (Coleção ABRH de Recursos Hídricos);
10. Veyret, Y. Os Riscos: o homem como agressor e vítima do meio ambiente. São Paulo: Contexto, 2007.