

## USO DE GEOTECNOLOGIA PARA O MAPEAMENTO DE ÁREA DE RISCO NO MUNICÍPIO DE ITAJUBÁ (MG)

*João Bosco Coura dos Reis<sup>1\*</sup>; Nívea Adriana Dias Pons<sup>2</sup>*

**Resumo** - A expansão urbana desordenada tem aumentado a vulnerabilidade da população ao mesmo tempo em que é atingida por um grande número de eventos naturais extremos. No município de Itajubá (MG) os desastres estão relacionados a eventos hidrometeorológicos. Em virtude das características climáticas e geomorfológicas, além das características hidráulicas do rio Sapucaí, o município tem sido constantemente atingido por inundações. Diante da necessidade de prevenir e minimizar os efeitos causados pelos eventos naturais extremos, as geotecnologias demonstram ser importantes ferramentas para a produção de mapas temáticos e cartas, através de Sistemas de Informações Geográficas (SIG). O objetivo do trabalho foi elaborar o mapa de inundação de Itajubá (MG), a partir da cota máxima atingida pelo Rio Sapucaí no evento ocorrido em janeiro de 2000, utilizando como ferramenta as funcionalidades do SIG SPRING, com capacidade de delimitação automática de mancha de inundação através da operação: Processos Hidrológicos > Manchas de Inundação. Como resultado foi gerado o mapa de inundação do Rio Sapucaí, ilustrando digitalmente a área de risco, o que possibilitou visualizar que parte significativa da malha urbana se encontra dentro da planície de inundação do rio. O trabalho demonstrou a grande capacidade de utilização de geotecnologias para o mapeamento de áreas de risco.

**Palavras-chave** - Rio Sapucaí. Áreas de Risco. Sistema de Informação Geográfica.

## USE OF GEOTECHNOLOGY FOR MAPPING RISK AREAS IN THE MUNICIPALITY OF ITAJUBÁ (MG)

**Abstract** - The disordered urban expansion has increased the vulnerability of the population to natural hazards, at the same time that they are hit by a large number of extreme events. In Itajubá (MG) disasters are related to hydrometeorological hazards. Due to climatic and geomorphological features, plus the hydraulic characteristics of the Sapucaí River, Itajubá has suffered constantly with flood events. The need to prevent and minimize the effects caused by extreme natural events, the use of geotechnologies has proved to be important tools for the production of thematic maps and charts through Geographic Information Systems (GIS). Thus the aim of this study was to elaborate flooding's map of Itajubá (MG) from the maximum height reached by Sapucaí River at the event occurred in January 2000, using as tool the functionalities of GIS SPRING, with the ability of automatic delimitation of stain flood through the operation: Hydrological Process > Flooding Region. As a result was generated map of flooding, illustrating digitally the risk areas, allowing visualize that a significant part of the urban area is within the floodplain of the river, area classified as hazardous for occupancy. The study demonstrated the great ability to use geotechnology for mapping of risk areas.

**Key-words** - Sapucaí River. Risk areas. Geographic Information System.

---

<sup>1\*</sup> Universidade Federal de Itajubá – UNIFEI. Instituto de Recursos Naturais – IRN. Caixa Postal 50 CEP: 37500-903, Itajubá, MG, Brasil – joaodosreis89@gmail.com

<sup>2</sup> Universidade Federal de Itajubá – UNIFEI. Instituto de Recursos Naturais – IRN. Caixa Postal 50 CEP: 37500-903, Itajubá, MG, Brasil – npons@unifei.edu.br

## **1. INTRODUÇÃO**

A natureza tem apresentado, durante toda a sua história, fenômenos naturais de origem tanto da dinâmica interna, quanto da dinâmica externa da Terra, que atuam na modelagem e na dinâmica da paisagem. Muitos desses fenômenos possuem energia suficiente para causar grandes mudanças na paisagem, inclusive com capacidade de desencadear desastres quando encontram populações humanas.

O número e a força dos eventos naturais têm provocado uma série de tragédias e de devastações que resultam em vítimas humanas e significativos prejuízos econômicos, principalmente para ocupações humanas mais vulneráveis, apesar dos desastres serem democráticos, teoricamente devendo atingir tanto sociedades mais desenvolvidas e preparadas, como pobres e vulneráveis (UN-ISDR, 2004). Uma das razões fundamentais para este tipo de acontecimento é que a população está crescendo rapidamente, aumentando sua vulnerabilidade aos perigos naturais com ocupações em áreas de risco, ao mesmo tempo em que é atingida por um grande número de eventos naturais extremos (KELLER; BLODGETT, 2008, p. 2).

No Brasil, os desastres estão relacionados, na maioria dos casos, a eventos hidrometeorológicos, por esta razão é durante o período chuvoso, quando ocorrem com maior frequência eventos pluviométricos intensos e prolongados, que o País mais sofre com a ocorrência de desastres. Em virtude das características climáticas e geomorfológicas, por exemplo, os eventos naturais produzem principalmente os dois fenômenos mais frequentes e que mais causam desastres no país, que são os movimentos de massa e as inundações. O município de Itajubá (MG) sofre constantemente com eventos de inundações por conta de suas características climáticas e geomorfológicas, o que causa preocupação às autoridades do município e a sua população que se mostra vulnerável aos eventos.

O atual cenário de grandes catástrofes ligou o alerta para que se busquem formas de prevenir e minimizar os efeitos causados pelos eventos naturais extremos, estes que causam os desastres quando encontram ocupações humanas. Uma das estratégias contemporâneas para enfrentar este tipo de fenômeno é a utilização de geotecnologias. Elas são importantes ferramentas para produção de mapas temáticos e cartas através de Sistemas de Informações Geográficas (SIG) e também para dar suporte à análise espacial dos dados.

Uma das formas de prevenção e mitigação de desastres são as medidas não estruturais, com a elaboração de mapa de áreas de risco como um instrumento de orientação, por exemplo, para o Plano Diretor, indicando áreas aptas e áreas de risco à ocupação humana. Dessa forma, o objetivo do trabalho foi de elaborar o mapa de inundação do município de Itajubá (MG), a partir da cota máxima atingida pelo Rio Sapucaí no evento extremo ocorrido em janeiro de 2000, utilizando como ferramenta, as funcionalidades do Sistema de Informação Geográfica SPRING.

## **2. PRESSUPOSTOS TEÓRICOS**

Inundações e enchentes, segundo Amaral e Ribeiro (2011), são eventos naturais, derivados de fenômenos ou perigos de caráter hidrometeorológico, que ocorrem periodicamente nos cursos d'água, deflagrados por chuvas de acordo com sua intensidade, quantidade, distribuição e frequência, além de estarem relacionadas com as características intrínsecas de cada região, como, por exemplo, taxa de infiltração de água no solo, condutividade hidráulica, grau de saturação, presença ou ausência de cobertura vegetal e das características geomorfológicas da bacia de drenagem. Somado as características naturais, a interferência antrópica intensifica os eventos em razão do uso e ocupação indevido das planícies e margens de rios, alteração das características da

bacia hidrográfica (retificação e canalização dos cursos d'água e impermeabilização), disposição irregular de lixo e assoreamento dos cursos d'água.

O nosso clima está mudando e gerando novos estresses, tornando necessária a adaptação da sociedade este novo cenário. O relatório do Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (IPCC, 2007) assegura que o “aquecimento do sistema climático é inequívoco”, o que significa uma probabilidade maior do que 66% de que as mudanças sejam realidade. Desastres são desencadeados por eventos naturais extremos e, segundo IPCC, por conta do aquecimento global a recorrência de eventos como ondas de calor, eventos de precipitações intensas, estiagens, atividades de ciclones tropicais e o aumento do nível do mar tem aumentado. Perigos hidrometeorológicos como inundações estão se tornando mais frequentes, uma vez que, chuvas intensas e concentradas apresentarão um período de retorno cada vez menor.

Paralelamente, como forma de assegurar a confiabilidade deste cenário presente no relatório do IPCC, o Annual Disaster Statistical Review 2008 (RODRIGUEZ *et al.*, 2009) classificou o Brasil como um dos países mais afetados por inundações e enchentes, e onde o número de eventos tem aumentado nos últimos anos do período de 1940 a 2008. Estes dados deixam claro que o número de vítimas de desastres tem aumentado e perigos hidrometeorológicos tem afetado um número cada vez maior de pessoas. No artigo Climate hazards and disasters: the need for capacity building (MCBEAN; RODGERS, 2010), os autores destacam que com a população global em crescimento e as comunidades cada vez mais expostas aos perigos, as mudanças climáticas guiarão as pessoas para um risco cada vez maior:

“[...] o crescimento contínuo da população tem contribuído para a superlotação das áreas urbanas, levando pessoas a viver, por escolha ou circunstância, em áreas de risco [...]. Esta tendência tem colocado mais pessoas e comunidades em risco, particularmente em locais geograficamente vulneráveis [...]”.

O município de Itajubá (MG) é constantemente atingido por eventos hidrometeorológicos apresentando, segundo Moraes (2003), 74 eventos de cheia desde 1821. As explicações para a recorrência destes eventos estão nas características hidráulicas do rio Sapucaí, principal rio que corta o município e atravessa a área urbana (Figura 1). Boa parte da população do município está vulnerável aos perigos hidrometeorológicos por conta da ocupação histórica da planície de inundação do rio, que apresenta uma topografia favorável às ocupações, diferentemente do entorno, onde o relevo próximo a Serra da Mantiqueira se apresenta bastante acidentado e montanhoso (PINHEIRO, 2005; SILVA, 2006).

Esses dados reforçam a necessidade de desenvolver capacidades de lidar com os perigos naturais, para que fenômenos hidrometeorológicos não se transformem em desastres. Os esforços devem ser, principalmente, em direção a medidas de prevenção e mitigação. Nesse aspecto, as geotecnologias, representadas pelos Sistemas de Informações Geográficas (SIG) são importantes aliados por permitir a inserção e integração de informações espaciais de diferentes fontes, manipulação, combinação e análise dos dados georreferenciados, assim como visualização e consulta à base de dados de forma mais dinâmica e eficiente (CÂMARA *et al.*, 2001)

### **3. METODOLOGIA DE TRABALHO**

#### **3.1 Material**

Para a execução deste trabalho foram utilizadas:

- Carta Topográfica do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) na escala 1:50.000;

- Curvas de nível com equidistância de 20 metros reamostradas para equidistância 5 metros;
- Dado vetorial do Rio Sapucaí na escala 1:50.000, digitalizada da Carta Topográfica do IBGE;
- Arquivo do tipo .txt com dados das cotas de inundação do rio Sapucaí e suas posições no período de ocorrência do evento. Os dados foram fornecidos pelo Laboratório de Informação Hídricas da Universidade Federal de Itajubá (LIH, 2013);
- Malha urbana vetorizada;
- Limite municipal na escala 1:50.000;
- Imagem do satélite ALOS do ano de 2006;
- *Software* SPRING versão 5.1 para Windows, disponibilizado gratuitamente pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) (CÂMARA *et al.*, 1996).

### 3.2 Área de estudo

O trabalho foi realizado no município de Itajubá (MG) que, segundo Censo Demográfico 2010 (IBGE, 2010), conta com uma população de aproximadamente 90.658 habitantes, ocupando uma área de 295 km<sup>2</sup> (Figura 1).

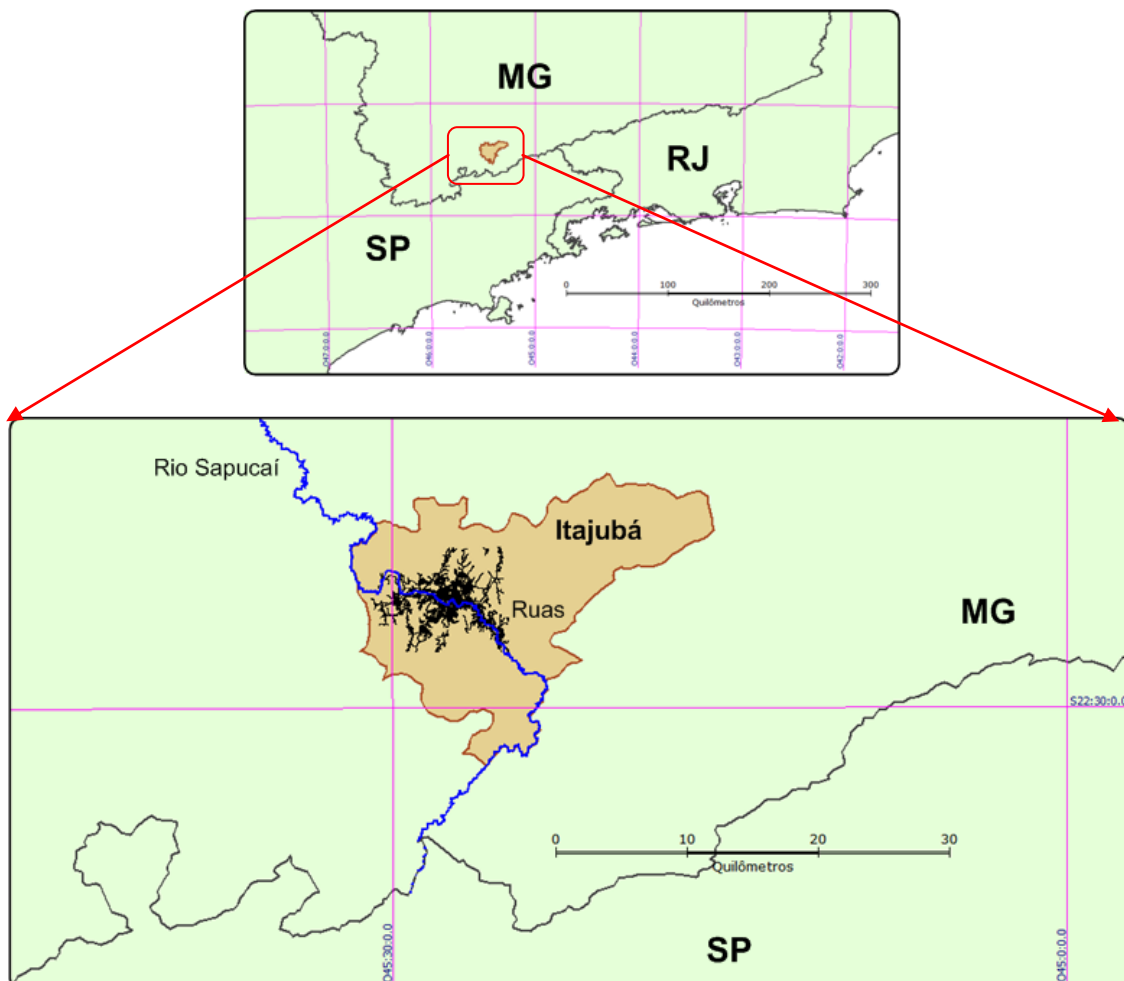


Figura 1 – Localização da área de estudo.

### 3.3 Metodologia

Foi preciso definir um *software* para execução do trabalho, o Sistema de Informações Geográficas (SIG) escolhido foi o Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas (SPRING), desenvolvido e disponibilizado pelo Departamento de Processamento de Imagem (DPI) do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), já que este possui a capacidade de delimitação automática de mancha de inundação. Silva e Barbosa (2003) utilizaram a mesma operação do SPRING e fizeram a validação do resultado, atestando a eficiência e a robustez do programa. O presente trabalho foi realizado conforme a metodologia utilizada por Rosim (2003):

- Criação de um Banco de Dados e de um Projeto no SPRING;
- Criação de Categorias e importação dos dados de entrada;
- Aplicação da operação: Processos Hidrológicos > Manchas de Inundação.

### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como resultado da aplicação da metodologia escolhida foi gerado o mapa de área de risco do rio Sapucaí, simulando a mancha de inundação do evento ocorrido em janeiro de 2000 no município de Itajubá (MG). O mapa possibilita a análise e extração de alguns resultados:

- A mancha de inundação gerada aproximou-se do que de fato ocorreu no evento do ano de 2000. As diferenças encontradas se devem a alguns fatores, como por exemplo: não ter sido utilizado um mapa altimétrico com equidistância ideal (1 metro) e ter-se utilizado as curvas de nível de 20m reamostradas para 5m; falta de medição das características hidráulicas do Rio Sapucaí, utilização de um valor médio de declividade da lâmina d'água do Rio Sapucaí para determinação das cotas de inundações, entre outros. Pode-se verificar através da Tabela 1, que apresenta as cotas encontradas na mancha de inundação gerada e as cotas alcançadas pela cheia de 2000 medidas em determinados pontos da cidade, a aproximação dos dois valores, o que demonstra o bom resultado da mancha gerada.

Tabela 1 – Dados da cheia de 2000 e da mancha gerada pelo SPRING. Fonte: Silva (2006); Pinheiro (2005)

	<b>Ponte Guaraci Guedes (Santos Dumont)</b>	<b>Ponte Tancredo Neves</b>	<b>Ponte Randolpho Paiva (Mercado)</b>	<b>FEPI</b>	<b>Ponte José Job (IMBEL)</b>	<b>Estação-Base COPASA</b>
Coordenadas Planas [m]	450.564,16 e 7.520.646,88	452.471,56 e 7.519.698,02	453.362,88 e 7.519.855,92	454.019,64 e 7.519.614,00	455.675,06 e 7.518.160,38	456.356,97 e 7.517.788,02
Cota altimétrica (NA) [m]	835,77	836,27	838,0	838,1	839,9	840,3
Cota da margem (Terreno) [m]	840,70 (ponte)	844,16 (ponte)	845,46 m (ponte)	843,7	848,0 m (ponte)	844,3
Cota de inundação Cheia 2000 – histórica [m]	841,0	843,0	844,3	844,7	845,7	846,9
Cota de inundação Cheia 2000 – SPRING [m]	841,5	843,0	843,9	844,5	846,2	846,9

- O município apresenta uma parte significativa da sua malha urbana dentro da planície de inundação do rio Sapucaí, área classificada como área de risco para ocupação. Bairros altamente povoados e que concentram boa parte do comércio da cidade foram atingidos, como exemplo, os

bairros Centro, São Vicente, Varginha, Medicina, Boa Vista, Nossa Senhora de Fátima, além de outros bairros menos povoados, mas que por estarem às margens do rio, foram atingidos.

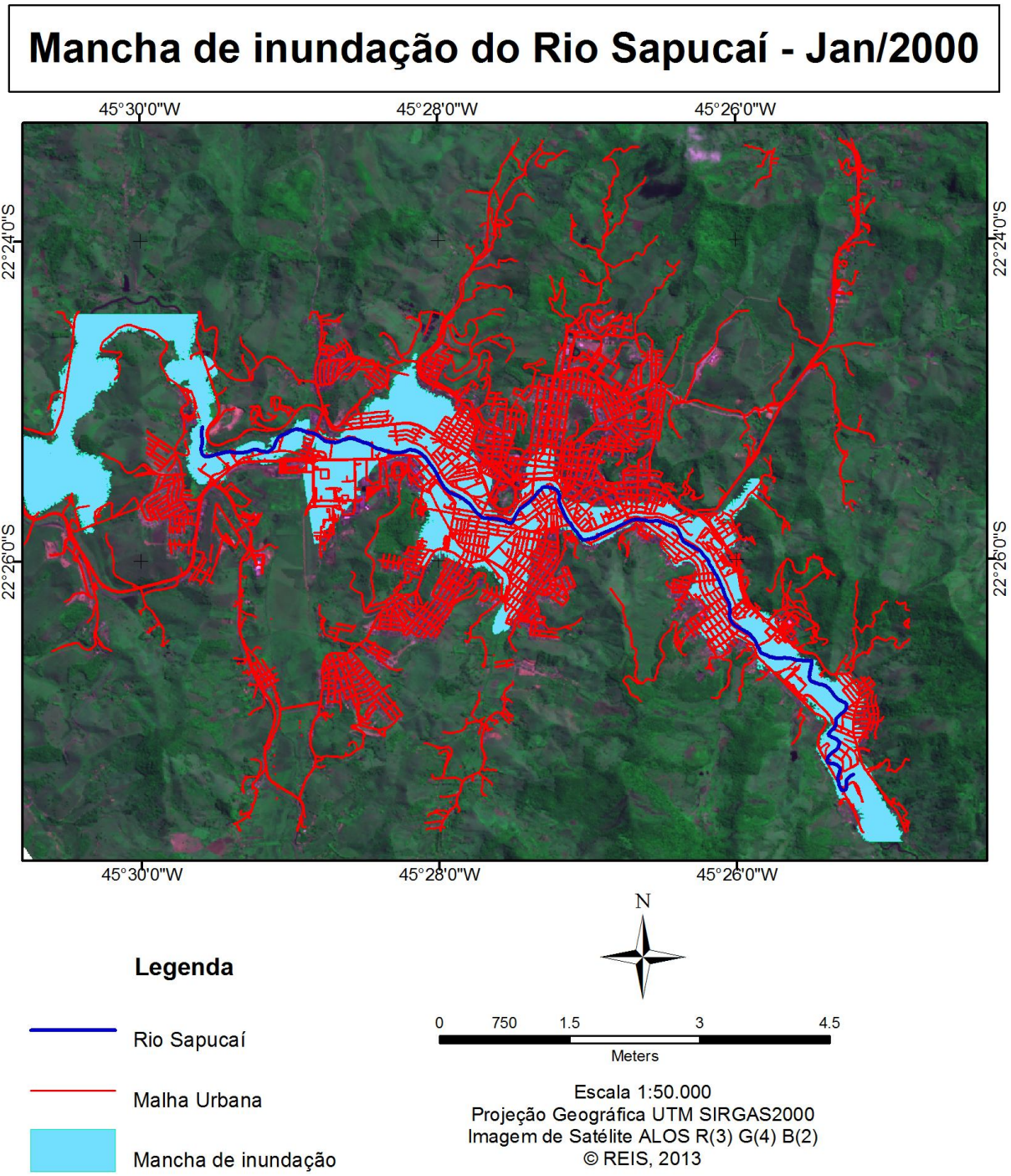


Figura 2 – Mancha de Inundação gerada a partir do SPRING para o evento de janeiro de 2000 no município de Itajubá (MG).

## 5. CONCLUSÃO

O trabalho demonstrou a capacidade de utilização de geotecnologias para o mapeamento de áreas de risco, no caso, o zoneamento de áreas de inundação, através do relacionamento do mapa de altimetria com os níveis de cheia dentro de um ambiente SIG. É importante, para uma maior confiabilidade dos resultados, dados mais refinados, como por exemplo, ter acesso a um mapa altimétrico que permita uma melhor resolução da topografia e melhor medição das características hidráulicas da bacia.

O resultado reforça a necessidade de desenvolver capacidades de lidar com os perigos naturais, para que estes eventos não se transformem em desastres. Os esforços devem ser, principalmente, em direção a medidas de prevenção e mitigação. A combinação de medidas estruturais, como obras de engenharia, e medidas não estruturais, como mapeamento de áreas de risco e monitoramento e alerta de eventos extremos, pode resultar em uma diminuição significativa da exposição da população aos perigos naturais. Ao mesmo tempo, é imprescindível que o poder público tome posse dos trabalhos científicos para que estes orientem as políticas públicas de organização e regulamentação das formas de ocupação do espaço.

Tendo em vista que o mapeamento em si não é uma solução final, na continuação deste trabalho propõe-se desenvolver um sistema de monitoramento e alerta para o município de Itajubá (MG), visto que este apresenta uma alta taxa de recorrência de eventos hidrometeorológicos, somado ao fato da extensa ocupação irregular em áreas de risco tornar a população vulnerável, razões que justificam trabalhos futuros.

## 6. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e Fundação de aperfeiçoamento de Pessoal de Minas Gerais (FAPEMIG).

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARAL, R., RIBEIRO, R. R. Inundação e Enchentes. (2009). In: TOMINAGA, L. K. (Org.), SANTORO, J. (Org.), AMARAL, R. (Org.) *Desastres naturais: conhecer para prevenir*. – São Paulo: Instituto Geológico, Cap. 3

BARBOSA, A. A. *et al.* (org.) (2000). *Relatório da Comissão de Avaliação Técnica para Recuperação e Urbanização das Margens do Rio Sapucaí e seus Afluentes da Área Urbana*. UNIFEI. 61 p.

CAMARA, G.; DAVIS, C.; MONTEIRO, A. M.; D'ALGE, J.C. (2001). *Introdução à Ciência da Geoinformação*. 2ª ed. São José dos Campos – SP, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE.

CAMARA, G.; SOUZA, R. C. M.; FREITAS, U. M.; GARRIDO, J. (1996). *SPRING: Integrating remote sensing and GIS by object-oriented data modelling*". *Computers & Graphics*, 20: (3) 395-403, May-Jun.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). (2007). *Climate Change 2007: The Physical Science Basis*. Working Group I, AR4, Chapter 11. Regional Climate Projections. Paris. Disponível em: <[http://www.cptec.inpe.br/mudancas\\_climaticas/](http://www.cptec.inpe.br/mudancas_climaticas/)> Acesso em: maio 2013.

KELLER, E. A., BLODGETT, R. H. (2008). *Natural hazards: earth's processes as hazards, disasters, and catastrophes*. 2nd ed.

LIH – Laboratório de Informações Hídricas. *Sistema de Monitoramento de Enchentes*. Disponível em: <<http://www.enchentes.unifei.edu.br/>> Acesso em: maio 2013.

MCBEAN, G.; RODGERS, C. (2010). Climate hazards and disasters: the need for capacity building. *Interdisciplinary Reviews: Climate Change*. v.1, number 6, nov/dec. ISSN 1757-7780

MORAES, J. M. (2003). *Rio Sapucaí – Vereda da visão de uma Alvorada*. ACR & Associados.

PINHEIRO, V. M. (2005). Avaliação Técnica e Histórica das Enchentes em Itajubá – MG. 2005. *Dissertação* (Mestrado em Engenharia da Energia), Universidade Federal de Itajubá, Itajubá-MG.

RODRIGUEZ, J., *et al.* (2009). *Annual Disaster Statistical Review 2008: The numbers and trends*. CRED – Centre for Research on the Epidemiology of Disaster. Université Catholique de Louvain, Brussels, Belgium. Disponível em: <<http://www.emdat.be/publications>>. Acesso em: maio 2013.

ROSIM, S. (2003) Delimitação de Manchas de Inundação - uma Função do SIG SPRING. In: XV Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2003, Curitiba - PR. *Anais...* Curitiba – PR.

SILVA, A. P. M. (2006). Elaboração de manchas de inundação para o município de Itajubá, utilizando SIG. 2006. *Dissertação* (Mestrado em Engenharia da Energia) – Universidade Federal de Itajubá, Itajubá-MG.

SILVA, A. P. M.; BARBOSA, A. A. (2007). Validação da função mancha de inundação do SPRING. In: XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2007, Florianópolis - SC. *Anais...* Florianópolis – SC: INPE. p. 5499-5505.

UN-ISDR - United Nations International Strategy for Disaster Reduction. (2004). *Living with Risk: A global review of disaster reduction initiatives*. Inter-Agency Secretariat International Strategy for Disaster Reduction (ISDR), Genebra, Suíça. Disponível em: <<http://www.unisdr.org>>. Acesso em: maio 2013.