

MAPEAMENTO DE RISCO DE INUNDAÇÕES. ESTUDO DE CASO: MUNICÍPIO DE LAJE DO MURIAÉ, ESTADO DO RIO DE JANEIRO

FLOOD RISK MAPPING. CASE STUDY: MUNICIPALITY OF LAJE DO MURIAÉ, STATE OF RIO DE JANEIRO

PEDRO RETAMAL WEINEM¹; ANTONIO FERREIRA DA HORA²

1 – MESTRANDO EM DEFESA E SEGURANÇA CIVIL PELA UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE; 2 – PROFESSOR TITULAR DO MESTRADO PROFISSIONAL EM DEFESA E SEGURANÇA CIVIL DA UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE

pweinem@yahoo.com.br; dahora@vm.uff.br

Resumo – A frequência de eventos extremos desafia técnicos e pesquisadores da área hidrológica e hidráulica a refletirem sobre o problema e buscarem soluções através de medidas estruturais e não estruturais. As tomadas de decisões devem ser fundamentadas pelas condições locais e pelos aspectos econômicos e sociais da região, de forma a minimizar os riscos existentes à sociedade. O presente estudo buscou definir o mapa de inundação da zona urbana do município de Laje do Muriaé. Para tanto, foi necessário o levantamento da base de dados topográficos, batimétricos, hidrológicos; a simulação do comportamento do escoamento a partir de modelagem e, posteriormente, análise dos resultados obtidos. A metodologia utilizada possibilitou a simulação de eventos extremos e proposição de alternativas para mitigação dos desastres oriundos das inundações.

Palavras-chave: *Eventos extremos. Modelagem hidrodinâmica. Redução de riscos.*

Abstract - The frequency of extreme events in Brazil challenges technicians and researchers of hydrologic and hydraulic area to reflect on the problem and seek solutions through structural and non-structural approaches. Decision-making should be based according to local conditions and by the economic and social aspects of the region, in order to minimize the risks existing in society. The present study defined a flood map in the urban area of Laje do Muriaé municipality. It was necessary to survey the topographic database, bathymetry and hydrology; simulating the flow behavior from modeling and subsequently analyzing the results obtained. The methodology allowed the simulation of extreme events and propose alternatives for mitigation of disasters arising from floods.

Keywords: *Extreme events. Hydrodynamic modeling. Risk reduction.*

I. INTRODUÇÃO

Os desastres de origem hídrica são observados com ocorrência relativamente alta no território nacional. As enchentes são responsáveis pelo desencadeamento de catástrofes devido à propagação de danos gerados a sociedade. As consequências decorrentes das cheias em região habitável atingem drasticamente a população, tanto nos aspectos sociais e econômicos quanto nos de segurança civil.

Problemas desta magnitude podem ser mitigados através de pesquisa multidisciplinar envolvendo análise de dados hidrológicos e topobatimétricos, que ao serem associados aos sistemas de informação geográfica e modelagem computacional permitem a identificação de áreas de riscos, bem como a indicação de soluções estruturais e preventivas no controle das cheias.

A região Noroeste do Estado do Rio de Janeiro é frequentemente acometida por inundações provocadas pelo extravasamento da calha do rio Muriaé e também, por inundações que ocorrem devido à dificuldade de extravasamento em tempo suficiente das águas de chuvas volumosas em curto período de tempo. A preocupação com as áreas atingidas é relevante e o problema é agravado a cada ocorrência, atraindo olhares das autoridades, que perceberam que os gastos com a recuperação e reurbanização são extremamente elevados, mas não se comparam aos prejuízos com saúde e perdas de vidas humanas após cada episódio (COSTA e HORA, 2016).

Segundo CEIVAP (2006), a bacia do rio Muriaé, localizada na região Noroeste do Estado do Rio de Janeiro, possui uma área de drenagem de 8.200 km². Ela abrange territórios pertencentes a 26 municípios, sendo 19 mineiros e 7 fluminenses, a saber: Laje do Muriaé, São José de Ubá, Varre- Sai, Porciúncula, Natividade, Muriaé, Carangola e Itaperuna.

O rio Muriaé nasce no município de Miraiá a aproximadamente 900 m de altitude, pela confluência dos rios Bom Sucesso e Samambaia. No trecho mineiro, o rio se desenvolve em relevo acidentado e de várzeas extensas. Já no Rio de Janeiro, o rio Muriaé, se desenvolve em região plana. Desde a nascente até a foz no Paraíba do Sul, esse rio percorre cerca de 300 km (CEIVAP, 2006).

No que diz respeito às inundações, o histórico de vazões do rio Muriaé revela que ocorrem cheias frequentes, intervalos de tempo da ordem de 10 anos, que inundam o núcleo urbano da cidade de Laje do Muriaé (SEA/COHIDRO, 2010). As Figuras 1 e 2 ilustram os efeitos das cheias do rio Muriaé na cidade de Laje do Muriaé.

A cidade de Laje do Muriaé encontra-se situada na planície esquerda do rio e sofre recorrentemente pelo

alagamento de grande parte de seu território, sobretudo das áreas marginais do rio ocupadas por população de baixa renda em decorrência de um processo descontrolado de expansão urbana.

Figuras 1 e 2 – Efeitos das inundações do rio Muriaé em Laje do Muriaé.



Fonte: SEA/COHIDRO, 2010.

Em virtude do exposto, a Secretaria do Ambiente do Estado do Rio de Janeiro (SEA) contratou um estudo de controle de inundações do rio Muriaé, avaliando a aptidão e a potencialidade de algumas áreas virem a atuar como reservatórios, através da construção de barragens de contenção de cheias, reduzindo os efeitos das inundações nos centros urbanos localizados a jusante. O estudo estabeleceu como cheia de projeto a vazão correspondente ao tempo de recorrência de 25 anos (igual a $663,8 \text{ m}^3/\text{s}$) e a cheia frequente a vazão para tempo de permanência 95% (igual a $37,6 \text{ m}^3/\text{s}$) (SEA/COHIDRO, 2010).

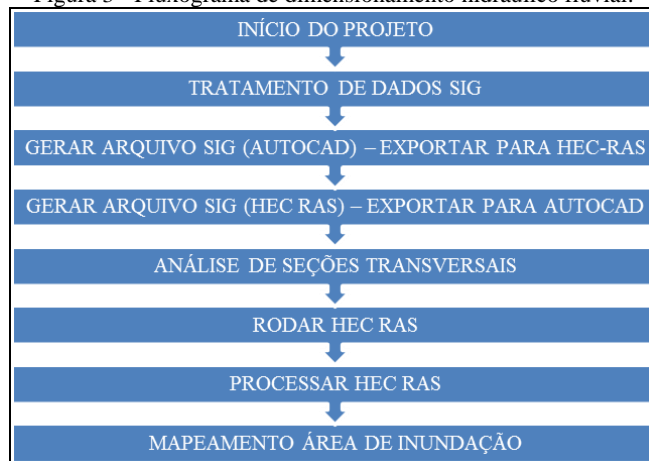
O presente estudo teve por objetivo elaborar um mapa de risco de inundações para o rio Muriaé, possibilitando a proposição de medidas de controle do ponto de vista técnico e social. A área geográfica utilizada como estudo de caso localiza-se no município de Laje de Muriaé, região Noroeste do Estado do Rio de Janeiro.

II. PROCEDIMENTOS

O dimensionamento hidráulico do rio Muriaé foi desenvolvido através de base topobatimétrica levantada em campo e auxílio da ferramenta computacional HEC-RAS, além de desenho assistido por computador. O modelo

hidrodinâmico foi elaborado conforme recomendações de construções de mapa de área de risco da ONU (UNISDR, 2016). As etapas pré-definidas do processo de modelagem são apresentadas no fluxograma adaptado na Figura 3.

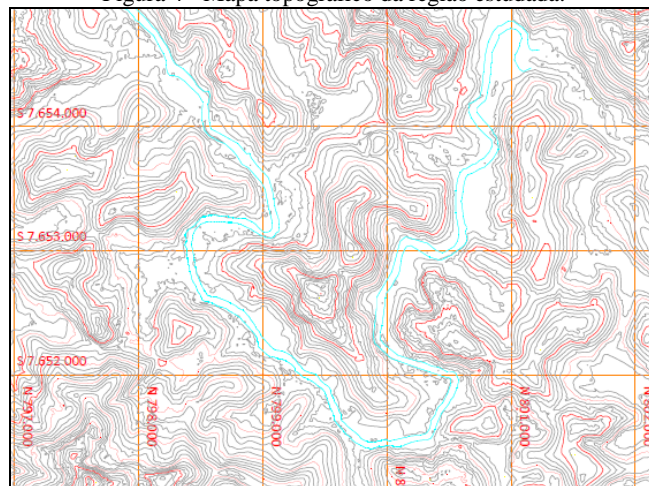
Figura 3 - Fluxograma de dimensionamento hidráulico fluvial.



Fonte: Adaptado de UNSDR, 2016.

O modelo digital de terreno (MDT) foi constituído através de laser *scanning* e estação total com levantamentos de pontos representando uma distribuição espacial vinculada uma superfície real com curvas de nível de 2 em 2 metros conforme Figura 4. O MDT apresenta qualidade razoável durante sua análise, porém a baixa declividade da região dificulta a precisão da superfície em pontos com baixa variação de cotas do terreno. O tratamento de dados nesta fase consistiu na construção da superfície digital de terreno com uso da ferramenta AutoCAD Civil 3D para possibilitar a integração com o programa HEC-RAS.

Figura 4 - Mapa topográfico da região estudada.

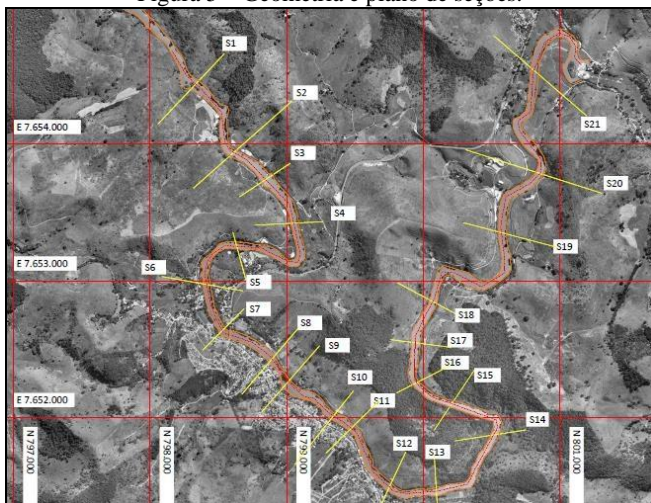


Fonte: Adaptado de SEA/COHIDRO, 2010.

Para iniciar o processo de fornecimento dos dados de entrada do modelo Hec-Ras foi criado um arquivo com SIG em extensão AutoCAD reunindo dados topográficos com geometria e plano de seções transversais distribuídas ao longo do trecho, com distância entre 100 e 500m. As seções transversais foram aplicadas em pontos característicos que apresentam mudanças significativas da condição de escoamento. O arquivo em extensão AutoCAD foi convertido em arquivo HEC-RAS preservando os dados planimétricos da superfície, elementos geométricos e seções

transversais devido à base de dados georreferenciados, Figura 5.

Figura 5 – Geometria e plano de seções.



Fonte: Os autores, 2016.

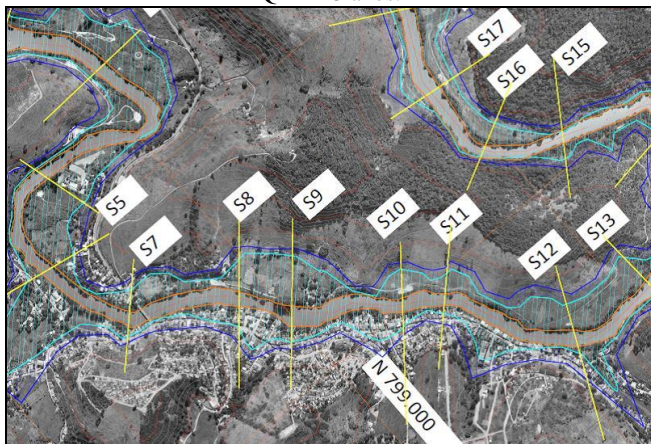
III. RESULTADOS

Após a etapa de exportação de elementos geométricos do rio para o programa HEC-RAS, foi iniciada a etapa de calibração do modelo com a inserção de dados de projeto. Para simulação do comportamento da calha do rio foram adotadas as vazões definidas no âmbito do estudo da SEA/COHIDRO (2010). Os critérios adotados no processo de dimensionamento foram os seguintes:

- coeficiente de Manning igual a 0,045, como preconizado em Brunner (2001);
- regime de escoamento sub-crítico devido baixa declividade do rio;
- condição de contorno em seção de jusante e aproximação por declividade normal.
- coeficiente de contração igual a 0,3 e coeficiente de expansão igual a 0,1.

O mapa de áreas de risco referentes às regiões susceptíveis a inundações, construído para vazões Q95% e QTR=25 anos, é apresentado na Figura 6 com linhas em cor ciano e azul, respectivamente. O mapa foi elaborado após exportação do arquivo HEC-RAS para o AutoCAD Civil 3D, preservando as linhas de remanso e áreas afetadas pelo evento calculado.

Figura 6 – Mapa de risco de inundações para as cheias Q95% e QTR=25 anos.



Fonte: Os autores, 2016.

Da análise do mapa, pode-se inferir que apesar de não haver extravasamento da calha do rio, o nível d'água referente à vazão mínima (Q95%) afeta habitações próximas à margem do rio. No que diz respeito à vazão máxima (QTR=25 anos), verificou-se um maior número de moradias e construções atingidas.

A área destacada na Figura 6 apresenta a região urbana com maior grau de risco de inundação. As edificações próximas às margens do rio ficam expostas com aumento do nível d'água na calha, por menor que seja. Pode-se observar, a partir do mapa de mancha de inundação, que o trecho urbano de Laje de Muriaé necessita urgentemente de medidas de controle de vazões, tendo em vista a proximidade de habitações às margens do rio.

IV. CONCLUSÃO

A pesquisa apresentou dificuldades em relação aos dados topográficos, pois houve insuficiência de pontos coletados próximos às margens do rio. Esta falha pode estar relacionada à dificuldade de trabalho da equipe de campo em áreas com terrenos irregulares e coberturas vegetais, bem como devido a ausência de base cadastral da Prefeitura.

O mapa elaborado atendeu as expectativas nos aspectos de dimensionamento hidráulico, integração da geometria do rio com o modelo digital de terreno e as fotografias aéreas. As posições das seções transversais mostraram-se suficientes, porém foi comprovada a baixa qualidade dos levantamentos batimétricos. Mesmo assim, o mapa identificou as áreas susceptíveis à inundação e as interferências na calha do rio.

O município de Laje de Muriaé demanda por intervenções para o controle das cheias, dado que os eventos recorrentes de inundações alteram as condições básicas de vida da população. O aumento do nível da água na calha do rio no trecho urbano pode ser evitado com o desvio por meio de canal de derivação ou através de túnel a montante da cidade e restituição a jusante. Outras medidas estruturais podem ser auxiliares na melhoria das condições hidráulicas do escoamento, tais como dragagem do leito do rio e regularização da seção; revestimento da calha do rio a fim de diminuir o coeficiente de rugosidade; reassentamento da população ribeirinha com maior grau de risco de inundação; diques de proteção das margens e construção de reservatórios de detenção.

V. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRUNNER, Gary W. **HEC-RAS River Analysis System: User's Manual**. US Army Corps of Engineers, Institute for Water Resources, Hydrologic Engineering Center, 2001.

CEIVAP. **Caderno de Ações - Bacia do Rio Muriaé – Relatório Contratual R-10**. Relatório. Rio de Janeiro. Comitê de Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul, Fundação COPPETEC. 2006.

COSTA, Juliana R.; HORA, Antonio F. A dinâmica dos processos relacionados às inundações no Município de Itaperuna-RJ. **Revista Sodebras [on line]**. v. 11, n.129, Set./2016, p. 122-125. ISSN 1809-3957. Disponível em: <<http://www.sodebras.com.br/edicoes/N129.pdf>>. Acesso em 04 out. 2016.

SEA/COHIDRO. **Mitigação das cheias do rio Muriaé - Estudos de concepções**. Relatório. Rio de Janeiro:

Secretaria de Estado do Ambiente do Rio de Janeiro, COHIDRO Consultoria, Estudos e Projetos. 2010.

UNISDR. Recommended Practice: Flood Hazard Mapping. United Nations, Space-Based Information for Disaster Management and Emergency Response. Disponível em <<http://www.un-spider.org/advisory-support/recommended-practices/recommended-practice-flood-hazard-mapping>>. Acesso em 10 de jul. 2016.

VI. COPYRIGHT

Direitos autorais: Os autores são os únicos responsáveis pelo material incluído no artigo.