

SIMULAÇÃO DE INUNDAÇÕES NO RIO GUAPI-AÇU, LOCALIZADO NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO, A PARTIR DA INTEGRAÇÃO DE SIG COM MODELOS HIDRÁULICOS

Leonardo Tristão Chargel^{1} & Mônica de Aquino Galeano Massera da Hora²*

Resumo – Com foco na questão da sustentabilidade da água, a Universidade Federal Fluminense desenvolveu o Projeto Macacu que contemplou a gestão integrada dos recursos hídricos das bacias dos rios Guapi-Macacu e Caceribu-Macacu, localizados na porção da bacia leste da Baía de Guanabara, Estado do Rio de Janeiro. Um dos componentes do Projeto Macacu foi a modelagem das condições hidrodinâmicas do escoamento dos rios Guapi-Açu, Macacu e Caceribu, a partir de levantamentos topográficos e batimétricos realizados em 2008. Em virtude do convênio firmado entre a Petrobras e a Secretaria de Estado do Ambiente do Rio de Janeiro, foram contratados novos serviços de levantamento topográfico. A partir destes dados, foram realizadas novas simulações combinando a utilização do pacote computacional HEC-RAS e da interface HEC-GEORAS com técnicas de geoprocessamento no SIG ArcGIS®. Foram simulados eventos com períodos de retorno de 10 e 50 anos e de cheias ordinárias e os resultados mostraram que as áreas potencialmente mais afetadas por inundações são áreas de pastagens e de mata, porém foram obtidas manchas de inundação em algumas edificações existentes nesta bacia.

Palavras-chave: Modelagem hidráulica, SIG, inundações.

INTEGRATION OF GIS AND HYDRODYNAMIC MODELLING TO SIMULATE FLOOD INUNDATION IN THE GUAPI-AÇU RIVER, RIO DE JANEIRO STATE

Abstract – Focusing on the issue of water sustainability, the Fluminense Federal University developed the Macacu Project which included the integrated water resources management in the Guapi-Macacu and Caceribu-Macacu rivers basins, located in the eastern portion of the basin of Guanabara Bay, State of Rio de Janeiro. The project included the hydrodynamic modeling the flow conditions of Guapi-Açu, Macacu and Caceribu rivers from topographic and bathymetric surveys conducted in 2008. In 2012, under an agreement signed between Petrobras and the Environment Secretary of Rio de Janeiro State, new surveying services were hired. From the survey data, new simulations were performed by combining the use HEC-RAS and HEC-GEORAS interface with GIS. Simulations were performed with return periods of 10 and 50 years and ordinary floods and the results showed that the areas potentially most affected by flooding are grassland and forest, but some existing buildings in this basin were also affected.

Keywords: Hydraulic modelling, GIS, flooding.

INTRODUÇÃO

Os avanços computacionais e o aprimoramento de técnicas de mapeamento nos permitem uma avaliação cada vez mais precisa da qualidade dos atributos mapeados. Um exemplo disso pode

¹ Graduando em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal Fluminense, leotrismochargel@gmail.com.

² Professora Adjunta do Departamento de Engenharia Agrícola e do Meio Ambiente da Universidade Federal Fluminense, dahora@vm.uff.br.

ESTRUTURAÇÃO DO SIG

De acordo com Piroli (2010), os instrumentos computacionais usados no geoprocessamento são chamados de Sistemas de Informações Geográficas (SIGs) e buscam auxiliar nas análises de informações ao integrar dados de diferentes fontes criando um banco de dados georreferenciados. O termo geoprocessamento denota uma disciplina do conhecimento que utiliza técnicas matemáticas e computacionais para o tratamento de informações geográficas.

Com base neste conceito, foi estruturado o SIG da bacia do rio Guapi-Açu a partir das bases cartográficas e altimétricas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) nas escalas 1:50.000 e 1:25.000, respectivamente, e do levantamento topográfico com aerofotogrametria e apoio de campo, com nível de precisão para mapeamento na escala de 1:2.000, disponível em SEA (2012). O levantamento topográfico, propriamente dito, começa aproximadamente a 1 km da ponte na estrada RJ-122 sobre o rio Guapi-Açu em direção montante em um estirão de aproximadamente 15 km, Figura 2.

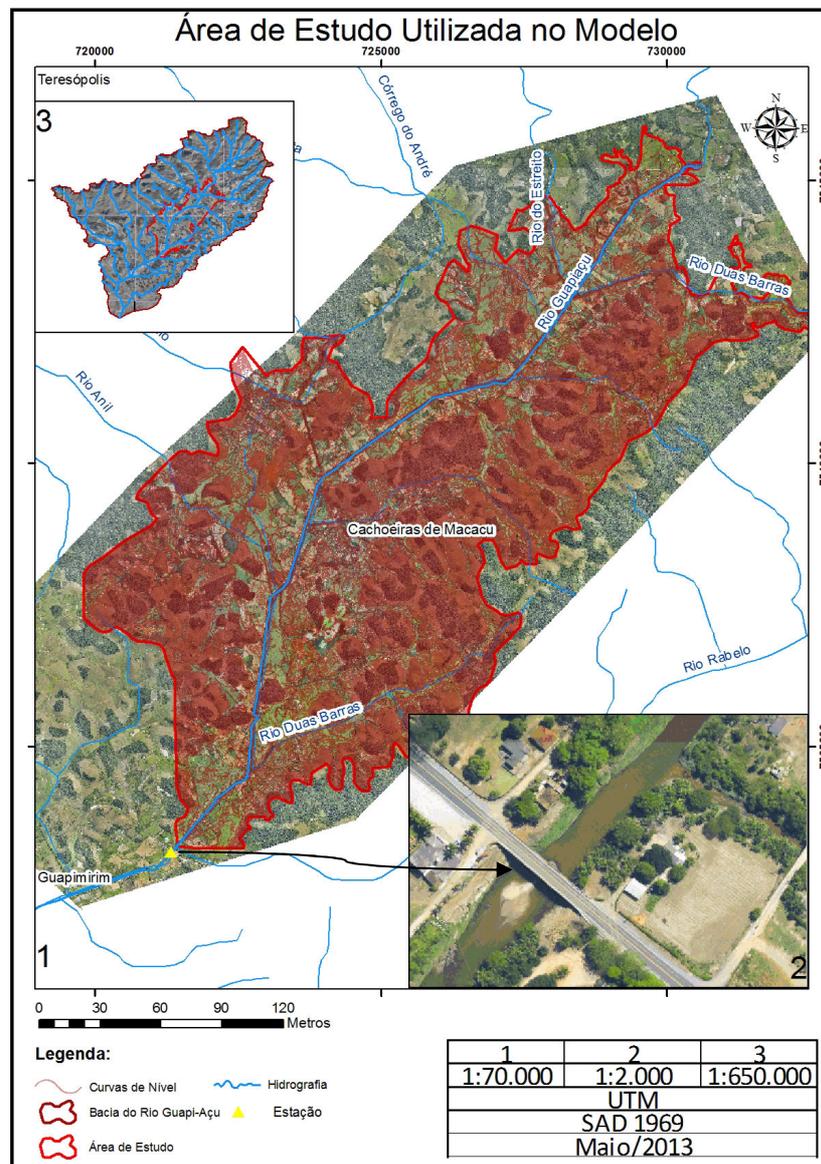


Figura 2 – Mapa da área de modelagem, contemplada pelo levantamento da SEA e a ponte na rodovia RJ-122.

Tendo em vista que o levantamento realizado pela Secretaria de Estado do Ambiente do Rio de Janeiro (SEA) não contemplou a seção da ponte e dada a importância desta obra de arte nos resultados das simulações, foi realizada uma visita de campo para levantamento das suas características físicas e utilizados modelos digitais de elevação (MDE), a partir da base altimétrica da superfície disponibilizada pelo IBGE na escala de 1:25.000.

LEVANTAMENTO DAS INFORMAÇÕES HIDROLÓGICAS

As informações disponíveis sobre a bacia do rio Guapi-Açu tem como referência o Projeto Macacu, que detectou a escassez hídrica na região, e foi pioneiro na proposta da construção de um barramento denominado Guapi-Açu Jusante, localizado no rio de mesmo nome, no município de Cachoeiras de Macacu, Estado do Rio de Janeiro. Este eixo refere-se a uma alternativa proposta no âmbito do Projeto Macacu como solução para suprir a demanda hídrica da região, uma vez que a bacia hidrográfica é responsável pelo abastecimento de água de cerca de 2,5 milhões de habitantes.

Na bacia do rio Guapi-Açu estão localizadas duas estações fluviométricas, relacionadas na Tabela 1, sob responsabilidade do Instituto Estadual do Ambiente (INEA).

Tabela 1 – Estações fluviométricas na bacia de interesse

Código	Nome	Município	Latitude	Longitude
59242000	Duas Barras	Cachoeiras de Macacu	22° 26'18" S	42°45'40" W
59245002	Quizanga II	Cachoeiras de Macacu	22° 33' 50" S	42° 50' 52" W

A estação Quizanga II está localizada na proximidade da ponte da rodovia RJ-122, portanto estratégica para a modelagem hidráulica, permitindo que a sua seção transversal de medidas fosse adotada como representativa da condição de contorno de jusante. Com base nas medições de descarga líquida foi possível estabelecer a curva chave representativa da estação. A Figura 3 apresenta o gráfico das descargas líquidas e a equação alcançada.

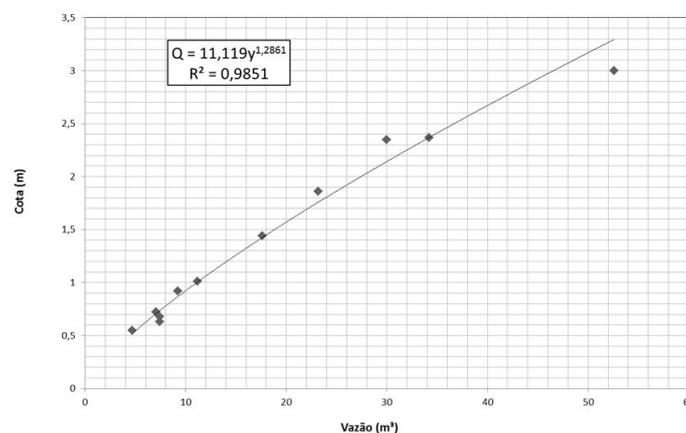


Figura 3 - Curva chave da estação fluviométrica Quizanga II

Para as vazões máximas, optou-se por adotar os valores definidos em UFF/FEC (2010) que tomou por base as equações de regionalização consubstanciadas em CPRM (2002). A Tabela 2

relaciona as vazões para os principais cursos d'água da bacia em estudo, com suas respectivas áreas de drenagem e tempos de retorno associados.

Tabela 2 – Vazões características regionalizadas. Adaptado de UFF/FEC (2010)

Local	Área de Drenagem	Vazão (m ³ /s)		
		MMA	TR 10 anos	TR 50 anos
Foz do rio Guapi -Açu	559	264	440	643
rio Guapi -Açu (montante rio Iconha)	425	192	320	468
rio Guapi -Açu (montante rio Rabelo)	292	131	218	318

METODOLOGIA

A primeira etapa da estruturação do SIG foi a de criar um Modelo Digital de Terreno Hidrologicamente Consistido (MDT-HC). O MDT-HC pode ser entendido como uma superfície sintética representando a distribuição espacial da altimetria do terreno, que possui variação contínua no espaço. A medição do mundo real é realizada por amostragem que pode ser, por exemplo, curvas de nível, pontos cotados, no caso do MDT -HC, o modelo leva em consideração a localização espacial dos canais de drenagem. Com essas amostras é gerada uma interpolação de uma superfície que se aproxima do terreno real. Na Figura 4 encontra-se ilustrado à direita o arranjo de seções escolhido e à esquerda o MDT-HC da área modelada.

A ferramenta de interpolação utilizada foi a função Topo to Raster, que foi baseado nos trabalhos desenvolvidos por Hutchinson (1998).

Para alimentar o HEC-RAS com as informações, foi preciso trabalhar o MDT-HC no ambiente do HEC-GEORAS, dentro do *software* de SIG. O programa utilizado foi a versão do ArcGIS 9.3 da empresa ESRI, devido a compatibilidade com extensão. No ambiente de SIG utilizando as informações de topografia como referência, deve-se identificar a localização do rio o qual se pretende modelar, assim como as dimensões de suas margens. Neste momento, também se deve estabelecer a quantidade de seções, o seu arranjo, o espaçamento entre elas e o raster que será utilizado para retirar as informações de altimetria, neste caso o MDT-HC.

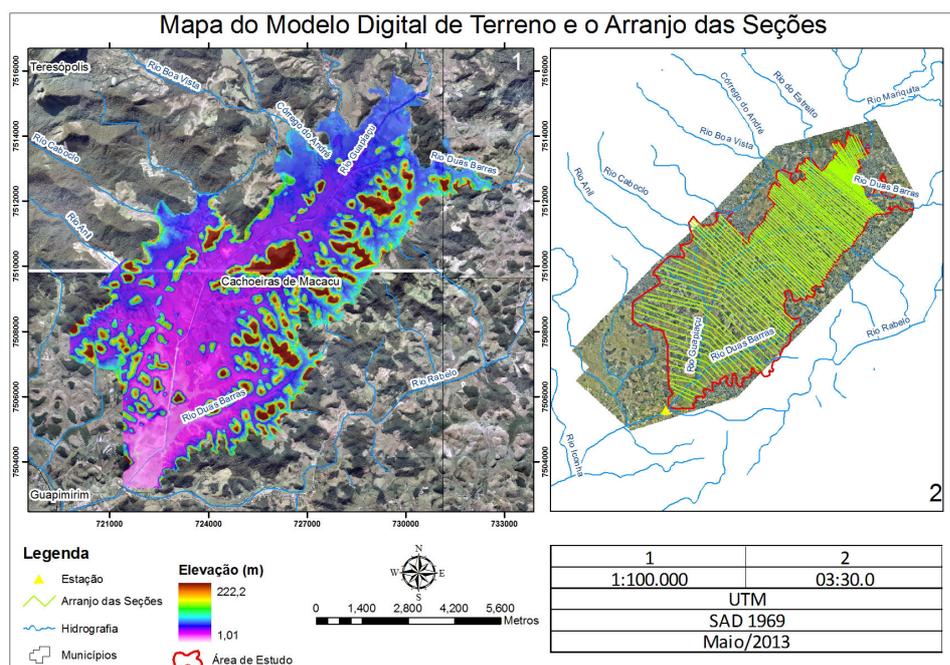


Figura 4 – Mapa do arranjo das seções e MDT-HC da área de estudo.

Através da integração dos *softwares*, tornou-se viável a extração das informações de altimetria do MDT-HC, alimentando as seções criadas no HEC-GEORAS com a informação de cota do terreno. A ferramenta HEC-GEORAS facilitou a introdução das informações no modelo HEC-RAS de modo que as variáveis das seções (distância, arranjo e localização espacial) fossem incorporadas à ele. A Figura 5 permite constatar a incorporação das informações georreferenciadas, pois as seções em 3D geradas pelo HEC-RAS (à esquerda) são semelhantes ao MDT-HC (à direita).

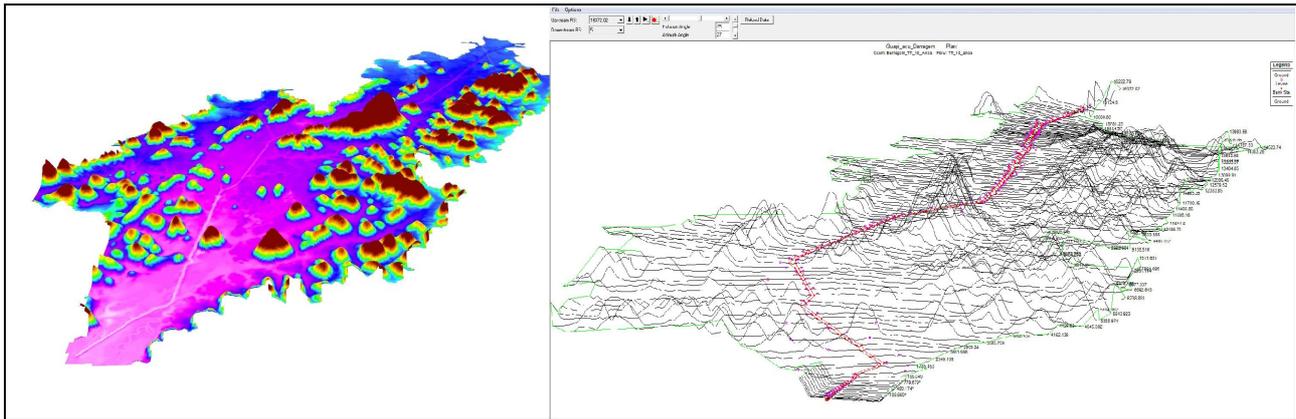


Figura 5 – Informações georreferenciadas preservadas no HEC-RAS a partir do MDT-HC.

No HEC-RAS foi necessário definir a condição de contorno de jusante do trecho modelado representada pela curva-chave da estação Quizanga II, bem como a inserção das vazões relacionadas na Tabela 2 e as dimensões da estrutura da ponte.

Após a simulação com as vazões desejadas, as informações geradas foram exportadas para o ambiente de SIG permitindo a espacialização das áreas inundadas e das cotas atingidas pela água. Para tanto, o modelo gerou um TIN, estrutura de dados para representação de superfícies contínuas, que se conectam espacialmente através de uma malha irregular de triângulos. Semelhante ao MDT-HC, o TIN carrega informação de altimetria que, neste caso, é representada pela elevação atingida pela água. Para encontrar as áreas sujeitas à inundação, foi necessário efetuar a subtração das altimetrias do TIN e do MDT-HC. O resultado da diferença entre essas duas superfícies representa a altura da lâmina d'água atingida pela simulação da passagem de cheia com determinado tempo de recorrência.

RESULTADOS ALCANÇADOS

A Figura 6 ilustra a espacialização das informações geradas pelas simulações com o HEC-RAS. Pode-se observar que para a cheia ordinária (MMA), o canal comportou hidraulicamente a vazão simulada, ou seja, os eventuais transbordamentos não foram expressivos. Já para as vazões com tempo de retorno de TR 10 e 50 anos, a ponte da rodovia RJ-122 obstrui hidraulicamente o escoamento, ocasionando um remanso em direção montante, fazendo com que a água extravase a calha do canal.

Vale destacar que a consideração da condição de contorno de jusante adotada na simulação, foi validada a partir dos resultados do número adimensional de *Froude* alcançados pela simulação, que variou de 0,20 a 0,95, confirmando que o escoamento no canal é subcrítico.

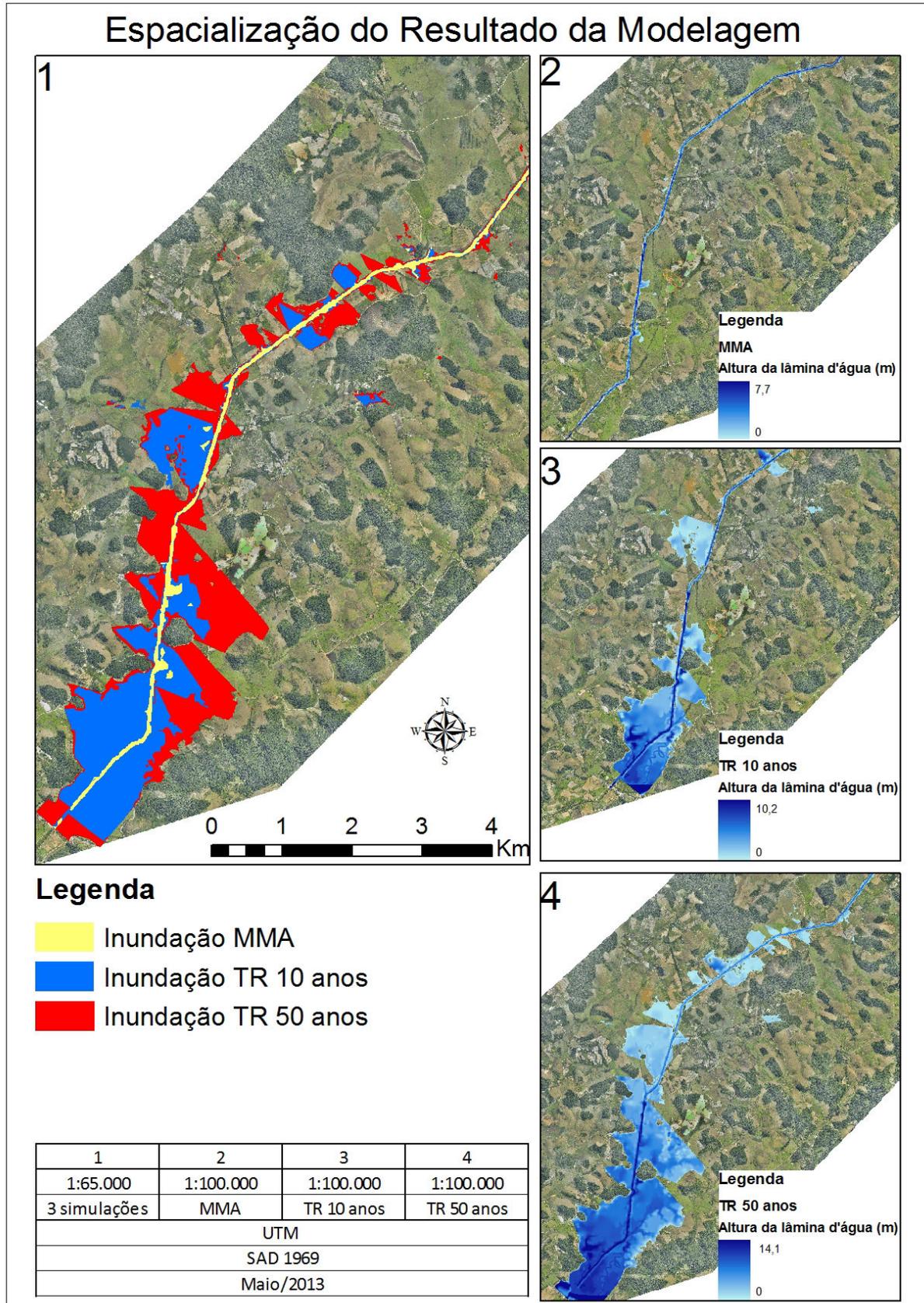


Figura 6 – Mapa com o resultado das simulações para as cheias consideradas.

CONCLUSÕES

A partir da integração de um ambiente SIG com o aplicativo HEC-GEORAS, apoiado em informações topobatimétricas, hidrológicas e hidráulicas no rio Guapi-Açu, foi possível, com base nos resultados da simulação com o HEC-RAS, definir as áreas passíveis de inundação para períodos de retorno distintos, através da modelagem das condições hidrodinâmicas do escoamento.

Os resultados demonstraram o grande potencial da integração de técnicas de geoprocessamento com o *software* HEC-RAS. Esta integração pode ser aplicada ferramenta de apoio ao planejamento territorial e ao gerenciamento dos recursos hídricos, visando subsidiar à tomada de decisão dos gestores públicos.

REFERÊNCIAS

- CPRM (2002). *Relatório-síntese do trabalho de Regionalização de Vazões da Sub-bacia 59*. Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais: Relatório. São Paulo – SP. 32p.
- RIBEIRO, C. B. M.; LIMA, R. N. S. (2011). Simulação de inundações urbanas a partir da integração de técnicas de geoprocessamento à modelagem hidráulica e hidrológica. *Revista de Geografia* 1, vol.2: pp 1-9.
- SEA (2012). *Relatório de Estudos de Alternativas e Projeto Básico da Barragem do Guapi-Açu no rio de mesmo nome com vistas à ampliação da Oferta de Água para a Região do CONLESTE Fluminense*. Relatório. Secretaria de Estado do Ambiente do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro - RJ. 339p.
- UFF/FEC (2010). *Planejamento Estratégico da Região Hidrográfica dos Rios Guapi-Macacu e Caceribu-Macacu*. Universidade Federal Fluminense. Niterói - RJ, 544p. Disponível em <<http://www.uff.br/projetomacacu>>. Acessado em: Abril de 2013.
- HUTCHINSON, M. F (1988). *Calculation of hydrologically sound digital elevation models*. Paper presented at Third International Symposium on Spatial Data Handling at Sydney, Australia. 1988.
- PIROLI, E. L. (2010). *Introdução ao geoprocessamento*. Ourinhos: Unesp/Campus Experimental de Ourinhos, 2010.