

MODELAGEM HIDRODINÂMICA: APLICAÇÃO DO SOFTWARE HEC-RAS PARA A PREVISÃO DE NÍVEIS D'ÁGUA MÁXIMOS NOS RIBEIRÕES MARINGÁ E MANDACARU

Jhonathan Yoshiaki Namba (PIBIC/CNPq-FA-UEM), Paulo Fernando Soares (Orientador), Ed Pinheiro Lima (Coorientador), Bruna Forestieri Bolonhez (Co-autora)

e-mail: jhonathany_n@hotmail.com, pfsoares@uem.br, eplima2@uem.br, bru.forestieri@gmail.com.

Universidade Estadual de Maringá / Centro de Tecnologia / Maringá, PR.

Engenharias I / Engenharia Hidráulica

Palavras-chave: Inundação, HEC-RAS, Modelagem hidrodinâmica

Resumo:

O projeto da drenagem urbana é uma das responsabilidades do Engenheiro Civil. A boa execução e planejamento desta pode evitar a ocorrência de cheias e inundações urbanas, promovendo uma melhor qualidade de vida à população. Recentemente com os avanços tecnológicos os problemas de engenharia estão sendo resolvidos com um novo tipo de metodologia: a modelagem computacional. Atualmente, o município de Maringá vem enfrentando alguns problemas relacionados a drenagem de seus corpos hídricos, em principal o Córrego Mandacaru e o Ribeirão Maringá. Com o auxílio dos softwares HEC-HMS e ArcGis, realizou-se a modelagem hidrológica das bacias hidrográficas, calculando-se as vazões máximas (TR=100 anos) de $16,3 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ e $26 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ para o Mandacaru e o Maringá, respectivamente. A partir desses resultados, foram realizadas as simulações com o software HEC-RAS, obtendo-se um mapa de inundação de ambos os córregos. Nesse, observou-se 12 pontos considerados de alto risco de inundação.

Introdução

A intensa urbanização associada a ausência de um plano diretor bem definido vem gerando desafios à administração e a manutenção da qualidade de vida nos ambientes urbanos. Um dos principais problemas atuais nas cidades vem a ser a drenagem e as inundações urbanas (CANHOLI, 2005). Para a elaboração de novos planos, implantação de infraestruturas ou resolução de problemas, diversos são os estudos necessários. No que diz respeito a previsões de eventos extremos e a adoção de medidas de controle de cheias, os programas computacionais vem acelerando e diminuindo o custo de processos que antes demandavam muito tempo e investimento. Considerando os atuais problemas relacionados a drenagem urbana no município de Maringá, o presente trabalho tem como

objetivo a elaboração de mapas de riscos de inundação para precipitações máximas com o uso dos softwares HEC-RAS e ArcGis. Para tal, foram estudados os Córregos Mandacaru e o Ribeirão Maringá, realizando a modelagem de ambos em função de eventos de precipitação específicos, com vários períodos de recorrência, em especial o de 100 anos.

Materiais e métodos

Simulação Hidrológica.

A simulação Hidrológica foi realizada no software HEC-HMS em conjunto com o ArcGis. A partir da manipulação e interpolação de uma imagem *SRTM TopoData* (resolução de 30 metros) disponibilizado pela Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, criou-se um modelo digital do terreno da área de estudo (resolução de 1 metro). Com essa, delimitou-se as áreas de contribuição referentes à cada corpo hídrico, obtendo-se dados como área total, comprimento e declividade média destas. A transformação de Chuva x Vazão foi realizada com o método do Hidrograma Unitário *Soil Conservation Service* – HU SCS. Para tal, utilizou-se um mapa de uso dos solos elaborado a partir da classificação supervisionada de imagens de satélite do Google Earth no ArcGis em conjunto com o mapa de solos da região, para a obtenção do índice Número Curva (CN) médio de cada uma das bacias hidrográficas. No modelo, também foram utilizados dados de caracterização do clima do município, como precipitação e evaporação, coletados na Estação Climatológica Principal de Maringá (02351013). Dados que caracterizassem a contribuição subterrânea foram obtidos de trabalhos já publicados sobre ambos os corpos hídricos. Após a criação do modelo hidrológico, realizou-se a sua calibração, comparando o hidrograma obtido e valores de vazões medidas diretamente em campo com o uso do equipamento *FlowTracker* e dos resultados de outros trabalhos já publicados.

Definição dos eventos extremos.

Foram analisados apenas eventos únicos de precipitação. As definições dos valores precipitados nos eventos extremos foram obtidos por meio de análise estatística dos valores máximos anuais medidos pela Estação Climatológica Principal de Maringá. Foram aplicados os métodos de Distribuição Empírica, Normal, Log-normal e Gumbel. Os valores de precipitação para diferentes períodos de retorno foram selecionados e inseridas no modelo hidrológico do HEC-HMS, obtendo assim a vazão pico de cada corpo hídrico para o evento em questão.

Simulação hidráulica e mapeamento das regiões de risco

A simulação hidráulica foi realizada com o software HEC-RAS. Primeiro, inseriu-se a geometria de cada um dos rios, utilizando a extensão HEC-GeoRAS para o software ArcGIS. Em seguida, adicionou-se os dados de vazão correspondente às precipitações extremas calculadas anteriormente com o software HEC-HMS. Como condições de contorno, adotou-se que

ambos os córregos tendem a se comportar sob condição de escoamento normal. A partir desse conjunto de informações, foi possível realizar a simulação de toda a hidráulica do canal e a visualização das mudanças de nível de água para cada um dos eventos.

Com os dados da simulação hidrodinâmica, importou-se os resultados para o software ArcGIS, elaborando os mapas de cheia para cada evento simulado. A análise deste permitiu o mapeamento e determinação dos locais de maior risco de inundação.

Resultados e Discussão

Realizando os processos iniciais para a simulação hidrológica pode-se definir as características de cada bacia, conforme demonstrado na **Tabela 1**.

Tabela 1 – Características das bacias

Dados	Bacia do Córrego Mandacaru	Bacia do Ribeirão Maringá
Área Urbana (km ²)	9,0	8,5
Área Total (km ²)	15,2	29,1
Declividade (mm ⁻¹)	0,01194	0,01248
Compr. Do maior canal (m)	7705,1	8495,8
Porcentagem de área urbana (%)	59,3	29,1
Número Curva (CN)	72,0	68,0

A precipitação foi determinada a partir de distribuições estatísticas das máximas anuais. A análise destas demonstrou que, dentre as séries fabricadas, a distribuição Normal gerou uma curva com os menores valores de chuva, enquanto a distribuição empírica apresentou os maiores índices calculados. Dessa maneira, foi feita a seleção pelo uso da distribuição de Gumbel, que apresentou a menor variabilidade, sendo também recomendada para os estudos de eventos extremos. Os valores de precipitação referentes aos eventos extremos anuais com os TR de interesse e a respectiva vazão obtida na simulação hidrológica estão apresentadas na **Tabela 2**.

Tabela 2 – Precipitações e vazões extremas

TR (anos)	1000	500	200	100	50	25	10
Precipitação (mm)	222,32	207,81	188,61	174,05	159,45	144,73	124,89
Vazão de pico Córrego Mandacaru (m ³ s ⁻¹)	22,20	20,40	18,00	16,30	14,50	12,80	10,50
Vazão de pico Ribeirão Maringá (m ³ s ⁻¹)	36,70	33,40	29,20	26,00	22,90	19,90	15,90

Simulando as vazões de pico no software HEC-RAS obteve-se os níveis de água máximos atingidos para cada um dos eventos de chuva. Com esses, montou-se diferentes mapas de inundação. Na **Figura 1** apresenta-se o mapa de inundação referente a uma precipitação com período de recorrência de 100 anos.

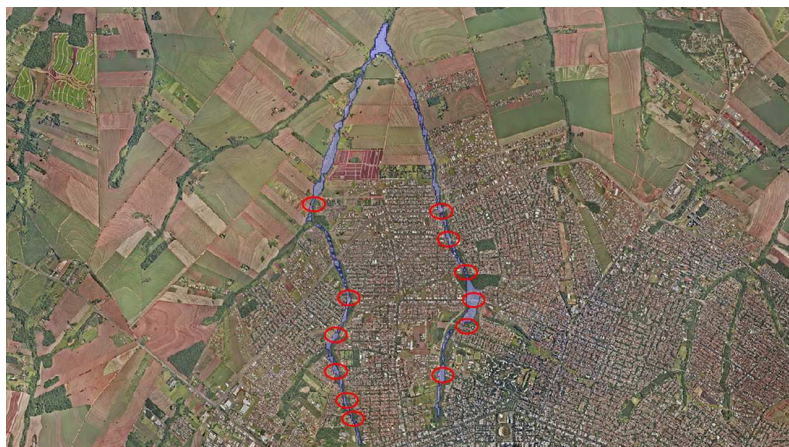


Figura 1 – Mapa de inundação para uma precipitação com TR de 100 anos e 12 pontos com alto risco de inundação.

A análise deste mapa e das áreas próximas ao Ribeirão Maringá e Córrego Mandacaru indicou a existência de 12 pontos de risco.

Conclusões

Com esse trabalho foi possível observar a viabilidade técnica da utilização de softwares de modelagem matemática para a identificação e previsão de cheias e inundações urbanas. Em relação ao caso estudado, nota-se a presença de um risco atual à população das regiões próximas aos córregos, em especial nos 12 pontos indicados. Assim, verifica-se a necessidade de adoção de medidas que diminuam o risco e controlem a situação atual averiguada. Sobre a metodologia aplicada, ressalva-se como dificuldades a ausência de dados de alta precisão, que possibilitassem uma melhor caracterização geométrica do local de estudo. O uso do modelo digital SRTM TopoData se demonstrou como uma solução viável na ausência de imagens de melhor resolução, mas que ainda apresentam erros e seus resultados devem ser utilizados com prudência. Para trabalhos futuros, recomenda-se imagens de melhor resolução e a análise das mudanças que sua aplicação poderá gerar nos resultados do modelo hidráulico.

Agradecimentos

À CNPQ, Fundação Araucária e Universidade Estadual de Maringá pela concessão de bolsas que permitiram a execução deste trabalho.

Referências

CANHOLI, A.P. **Drenagem urbana e controle de enchentes**. São Paulo: Oficina de Textos; 2005.

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Topodata**. 2018.