

MODELAGEM HIDROLÓGICA E HIDRÁULICA COM O EMPREGO DE VEÍCULO AÉREO NÃO TRIPULADO (VANT): PROJETO DE MACRODRENAGEM PARA A CIDADE DE GETÚLIO VARGAS/RS

JOSIANE BAMPI^{1,2*}, ROBERTO VALMIR DA SILVA^{2,3}

1 INTRODUÇÃO

O ambiente urbano se caracteriza pelo alto grau de transformação na cobertura do solo, que leva principalmente a sua impermeabilização. Das alterações provocadas no comportamento do ciclo hidrológico, o maior impacto para as cidades pode estar no aumento da frequência e intensidade das inundações e alagamentos (CANHOLI, 2014). Nesse contexto, encontra-se a cidade de Getúlio Vargas, localizada no norte do Rio Grande do Sul, que passa constantemente por inundações do rio Abaúna, que corta sua malha urbana.

Os modelos matemáticos possibilitam demarcar os locais de maior risco de ocorrência de inundações, contribuindo para a execução de medidas mitigadoras a estes eventos. Um dos principais dados de entrada para a construção de modelos hidrológicos e hidráulicos são os modelos digitais de elevação do terreno (MDE), que permitem descrever o comportamento geral da direção de fluxo dos escoamentos superficiais. Nesse sentido, o uso de Veículos Aéreos Não Tripulados (VANTs) permitiu que o levantamento topográfico obtivesse produtos de alta resolução e a um baixo custo, o que contribuiu para estudos deste gênero (SHAAD et al., 2016).

2 OBJETIVO

Demonstrar o impacto de uma bacia de retenção e uma barreira de contenção na inundação na área urbana de Getúlio Vargas/RS.

3 METODOLOGIA

3.1 Modelo hidrológico

O delineamento da bacia hidrográfica foi executado pelo *software* GRASS GIS, versão 7.8.5, através das ferramentas *r.stream.extract* e *r.water.outlet*, usando um MDE com

1 Bacharel, Universidade Federal da Fronteira Sul, *campus Erechim*, contato: josiane.bampi@estudante.uffs.edu.br

2 Grupo de Pesquisa: Hidroclima

3 Doutor, Universidade Federal de Santa Catarina, **Orientador**.

resolução de 12,5 m, desenvolvido pelo satélite ALOS Palsar. Foram extraídas bacias de contribuição a montante e laterais ao trecho de estudo, tendo seus exutórios no leito do rio Abaúna.

A Chuva de projeto foi determinada pelo Método dos Blocos Alternados, com base na Curva de Intensidade-Duração-Frequência (Curva IDF) da cidade de Passo Fundo/RS, proposta por Gonçalves em 2011, para um tempo de retorno de 50 anos. O método utilizado para a segregação da precipitação efetiva foi o *Curve Number* (CN).

O modelo chuva-vazão foi simulado no *software* HEC-HMS, versão 4.7.1, com o uso do método de transformação *SCS Unit Hydrograph* e pelo método de perdas *SCS Curve Number*.

3.2 Modelo hidráulico

Foi utilizado o *software* HEC-RAS, versão 5.0.7, com simulações bidimensionais (2D) para um escoamento em fluxo não permanente. As simulações do modelo foram executadas para um tempo computacional de 5 segundos, com respostas de fluxo calculadas durante um período de 5 dias.

A malha computacional 2D construída através da adição de uma área de fluxo 2D com um *grid* de 7 x 7 m, sobre um MDE desenvolvido por mapeamento fotográfico com uso de VANT (SARTORI, 2018). O MDE abrange a região mais sensível a inundações do rio Abaúna e seus entornos, possuindo uma resolução espacial de 0,34 m. À malha geral foi associado o valor de Manning igual a $n = 0,300$ e à região do leito do canal o valor de 0,030.

As condições de contorno: inseridas na malha computacional pela ferramenta *SA/2D Area BC Lines*, foram duas condições fontes de escoamentos e um sumidouro de fluxo. As fontes foram alocadas no início da calha do canal e no exutório das bacias de contribuição lateral, inserindo as suas respectivas respostas do modelo chuva-vazão. O sumidouro foi alocado no final da calha do canal, com a condição *Normal Depth* de 0,023 m/m.

3.3 Projeto de macrodrenagem

As intervenções projetadas consideraram a topografia, a extensão da mancha de inundação e a ocupação da malha urbana nos entornos do rio Abaúna. Buscando uma intervenção de baixo impacto social e econômico, foi projetada a implantação de uma bacia de detenção, localizada no Centro Esportivo Taguá próximo ao final do trecho de estudo, juntamente com uma barreira de contenção a jusante do centro esportivo.

No ambiente do *software* QGIS, foram realizadas modificações nas cotas topográficas do MDE desenvolvido por Sartori (2018), nas regiões com previsão de intervenção pelo projeto. A bacia de detenção foi projetada para possuir uma cota de fundo em 578,00 m, uma cota máxima em 581,70 m e uma cota de entrada de 579,70 m. Estima-se que a bacia possa conter um volume na ordem de 18.000 m³. A barreira de contenção foi projetada para possuir 2,00 m de altura. A capacidade de mitigação das intervenções foi avaliada através de simulações no modelo hidrodinâmico 2D, desenvolvido no *software* HEC-RAS.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A resposta ao processo chuva-vazão para o tempo de retorno de 50 anos, provocou o extravasamento da calha do rio Abaúna. Nesse cenário a altura máxima da lâmina d'água na calha do canal alcançou 6,22 m, e nas áreas de alagamento chegou a 3,84 m (Figura 1). A extensão da inundação foi responsável por atingir diretamente 86 imóveis.

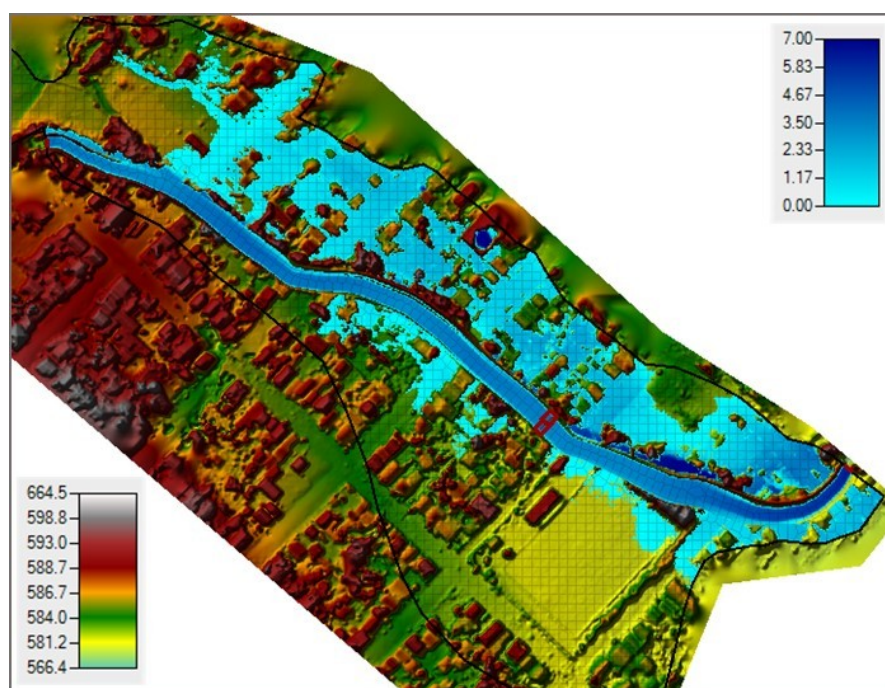


Figura 1 – Mancha de inunda o simulada para um tempo de retorno de 50 anos, sobre um MDE construído por mapeamento fotogr fico com VANT. Contornos em preto delimitam a  rea computacional 2D. A grade cinza expressa a malha computacional com *grid* 7x7m e as linhas em vermelho na calha do canal, a localiza o das condi es de contorno.

A implanta o da bacia de deten o e da barreira de conten o levaram a um retardo de 50 min na onda de cheia. A altura m xima de escoamento no canal atingiu 8,42 m e a altura m xima de escoamento nas  reas alagadas chegou a 2,48 m (Figura 2).

A partir dos resultados, observa-se que houve um aumento na altura da lâmina d'água no canal após a intervenção. Isso se dá principalmente pelo aumento da capacidade de descarga, propiciado pela barreira de contenção. Além disso, o volume de água contido pela bacia de detenção foi responsável por reduzir significativamente as alturas de água nas áreas alagadas.

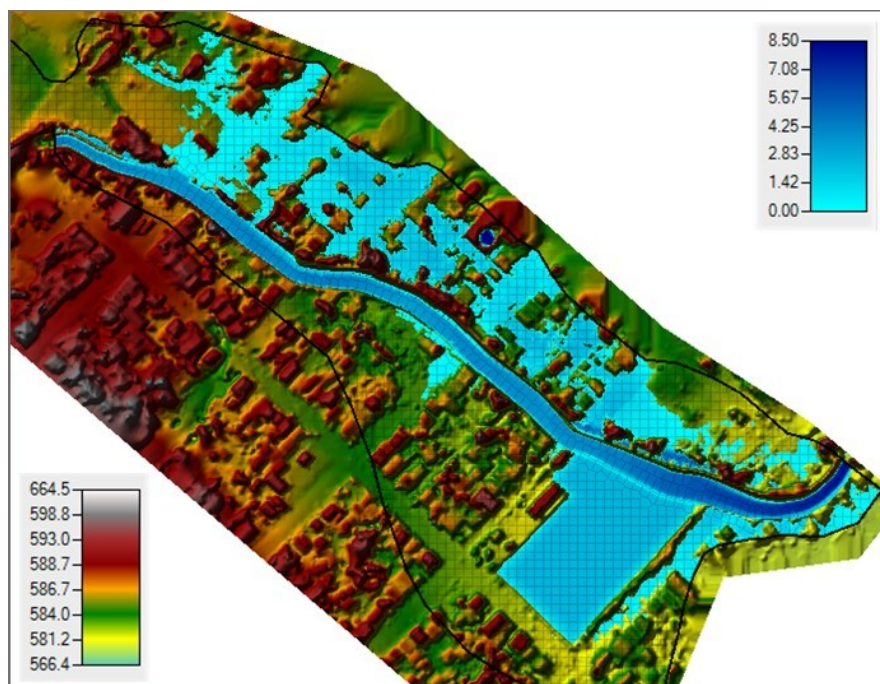


Figura 2 – Mancha de inundação, com alturas d'água em metros, após a implantação de uma bacia de contenção e uma barreira de contenção.



Figura 3 – Porcentagem de redução das alturas d'água pela implantação de uma bacia de retenção e uma barreira de contenção, sobre a mancha de inundação simulada para um cenário sem intervenções.

Conforme a Figura 3, que exibe as porcentagens de abatimento da lâmina d'água após intervenções, a área mais a jusante do canal apresentou uma redução de 100% na altura da água. Nessa região em específica a redução representa o abatimento de uma profundidade de 3,45 m de água. De modo geral, calcula-se uma diminuição de 19,54% no número de imóveis atingidos por alagamentos.

5 CONCLUSÃO

Através do desenvolvimento de modelos hidrológicos e hidráulicos, conclui-se que o projeto proposto para a mitigação das inundações foi eficiente para o retardo das ondas de cheia em até 50 min. Também foi eficaz na redução das alturas das áreas alagadas, chegando em um abatimento de até 3,45 m. A implantação do projeto também é favorável à diminuição do número de imóveis atingidos, restringindo e evitando significativamente os danos ao promover uma redução na ordem de 19,54%.

Em associação às intervenções propostas, recomenda-se a implantação medidas não estruturais, como um sistema de monitoramento e alerta contra inundações, visto que a bacia de retenção possibilita o aumento do tempo de resposta para a tomada de medidas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CANHOLI, A. P. *Drenagem urbana e controle de enchentes*. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2014.

GONÇALVES, L. S. *Relações Intensidade-Duração-Frequência com base em estimativas de precipitação por satélite*. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

SARTORI, R. Z. *Avaliação comparativa de modelos hidrodinâmicos para a previsão de inundações: um estudo de caso do município de Getúlio Vargas – RS*. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal da Fronteira Sul, Erechim, 2018.

SHAAD, K. et al. Towards high resolution and cost-effective terrain mapping for urban hydrodynamic modelling in densely settled river-corridors. *Sustainable Cities and Society*, v. 20, 2016.

Palavras-chave: Modelo chuva-vazão; modelo hidrodinâmico bidimensional; MDE; inundações.

Nº de Registro no sistema Prisma: PES 2020 – 0392.

Financiamento: CNPq.