

## MODELAGEM COMPUTACIONAL DA REDE DE DRENAGEM URBANA EM UMA SUB-BACIA NA CIDADE DE MARINGÁ, PR

Roberto Takeshi Nakahashi (PIC/UEM), Murilo Camilo (Coautor/PIC/UEM),  
Cristhiane Michiko Passos Okawa (Orientadora), e-mail: cmpokawa@uem.br.

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

**Área: Engenharia Civil. Subárea: Engenharia Hidráulica.**

**Palavras-chave:** Drenagem Urbana, SewerGEMS®, Subdimensionamento das tubulações.

### Resumo:

Problemas de alagamentos, inundações e enchentes urbanas são comuns no Brasil, sendo que, em Maringá – PR, verifica-se os problemas de alagamentos frequentes em pontos específicos na cidade. Diante dessa situação, o objetivo dessa pesquisa é analisar a rede de drenagem urbana no cruzamento entre as avenidas Guaiapó e Palmares, na cidade de Maringá e elaborar cenários: com a situação atual e com soluções de engenharia para aumentar a capacidade da rede de drenagem urbana. Foi utilizado o cadastro digital da rede de drenagem fornecido pela Prefeitura Municipal de Maringá e o programa computacional SewerGEMS® para a elaboração dos cenários. Os resultados mostraram que a rede de drenagem atual se encontra subdimensionada e que o aumento do diâmetro das tubulações é uma alternativa, embora de custo elevado.

### Introdução

Os fatores hidrológicos diretamente afetados pela urbanização estão relacionados com o volume e os parâmetros de tempo do escoamento superficial e, conseqüentemente, a vazão de pico das cheias. Esses efeitos hidrológicos são causados devido às alterações da cobertura do solo, tais como desmatamento e impermeabilização, que geram modificações hidrodinâmicas nos sistemas de drenagem (RAMOS; BARROS; PALOS, 1999).

Com a expansão da urbanização, essas mudanças representam um desafio para o sistema de drenagem atual das cidades, que foi projetado com base em um período de retorno e um coeficiente de escoamento superficial adotados. Em contrapartida, com o aumento da quantidade de água e da velocidade do escoamento, conseqüências da impermeabilização do solo nas cidades, as redes de microdrenagem podem estar subdimensionadas (ZHOU, 2014).

Nesse contexto, o objetivo dessa pesquisa é analisar a rede de drenagem urbana no cruzamento entre as avenidas Guaiapó e Palmares, na cidade de Maringá, Paraná e elaborar cenários com a situação atual e com a proposição de soluções de engenharia para aumentar a capacidade da rede de drenagem urbana. Este foi o ponto escolhido pois são observados alagamentos frequentes nesse local no período chuvoso.

## Materiais e métodos

Na primeira etapa do trabalho, definiu-se o cruzamento entre as avenidas Guaiapó e Palmares como um ponto de alagamento, baseando-se nos dados da Defesa Civil e do Corpo de Bombeiros. Ainda, com o auxílio do sistema de informação georreferenciada (SIG), delimitou-se a sub-bacia do cruzamento em estudo, além de caracterizá-la fisicamente. Em seguida, configurou-se os dados para a simulação, como, por exemplo a escolha do método para os cálculos, o cálculo da intensidade da chuva para a cidade de Maringá, o valor do coeficiente do escoamento superficial e os limites mínimos e máximos da velocidade, cobertura, inclinação e a porcentagem do nível d'água dentro das tubulações.

Por fim, realizaram-se simulações com dois cenários distintos, sendo eles: 1) rede atual da cidade de Maringá; 2) aumento do diâmetro das tubulações. Com os resultados obtidos, analisou-se o comportamento das redes de drenagem urbana, os motivos da ocorrência de grande frequência das enchentes na cidade de Maringá e, por fim, foram propostas soluções para estudos futuros a fim de mitigar esses problemas nesse cruzamento.

## Resultados e Discussão

O primeiro cenário elaborado para o cruzamento estudado é a rede atual existente na cidade de Maringá, com o tempo de retorno igual a 3 anos e o tempo de concentração de 5 minutos, resultando na intensidade de chuva igual a  $129,6 \text{ mmh}^{-1}$ . A escolha do tempo de retorno e do tempo de concentração foi baseada nos critérios de projeto adotados pela Prefeitura Municipal de Maringá, para projetar suas galerias de águas pluviais.

Salienta-se que a literatura recomenda a adoção de tempos de retorno de 2 a 10 anos para microdrenagem urbana, de acordo com o tipo de ocupação (residencial, comercial, áreas com edifícios de serviços públicos, entre outras). Por exemplo, se existe comércio na sub-bacia, a recomendação é adotar tempo de retorno de 5 anos (RAMOS; BARROS; PALOS, 1999). Logo, com o tempo de retorno de 5 anos e adotando o tempo de concentração igual a 10 minutos, obtém-se o valor da precipitação equivalente a  $118,0 \text{ mmh}^{-1}$ , valor menor que o escolhido para o projeto. Com relação ao coeficiente de escoamento superficial, o valor de projeto adotado pela Prefeitura Municipal de Maringá é de 0,67. Observando a sub-bacia, nota-se que a urbanização é acentuada e, portanto, o valor adotado para o coeficiente de escoamento superficial também está inferior ao valor observado *in loco*.

A simulação do cenário com esses parâmetros adotados resultou na incapacidade das tubulações da microdrenagem urbana de drenar toda a vazão proveniente da sub-bacia (Figura 1). A linha em vermelho representa a linha de energia, a linha em azul representa a linha piezométrica e a linha verde apresenta o perfil do terreno. Portanto, nota-se que a água extravasa a tubulação, o que significa que a tubulação está subdimensionada.

Isso se deve ao fato da existência de grande quantidade de área impermeável existente na região de estudo e do subdimensionamento das tubulações devido à utilização dos baixos valores de tempo de retorno e do tempo de concentração.

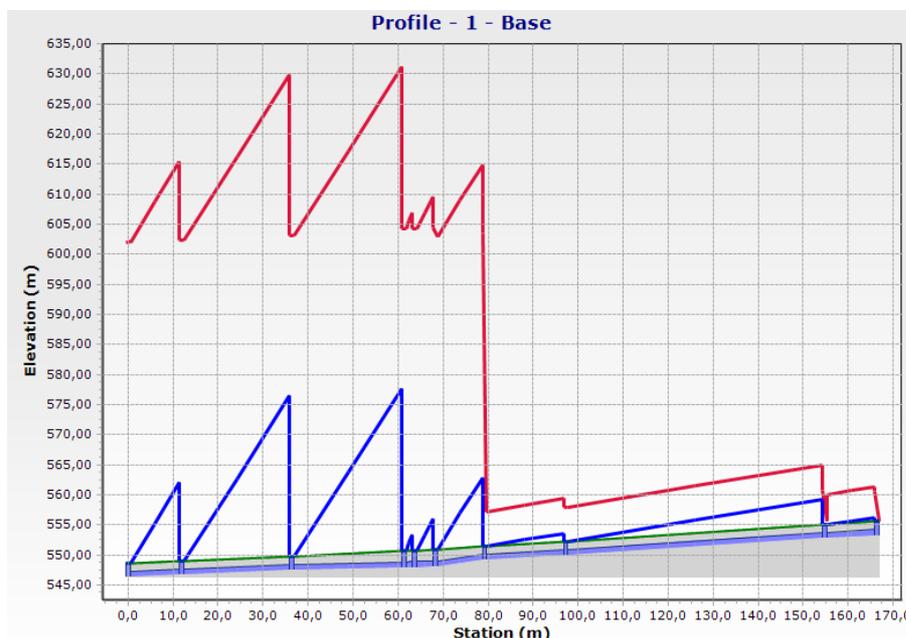


Figura 01 – Resultado da simulação do primeiro cenário da rede atual no cruzamento estudado.

Para o segundo cenário, realizou-se o redimensionamento das tubulações como uma forma de solução da infraestrutura, a fim de atender toda a vazão prevista para a sub-bacia estudada. O *software* apresentou um cenário com aumento do diâmetro, sugerido pelo *SewerGEMS*®, em comparação com o primeiro cenário, como é possível observar na Figura 2.

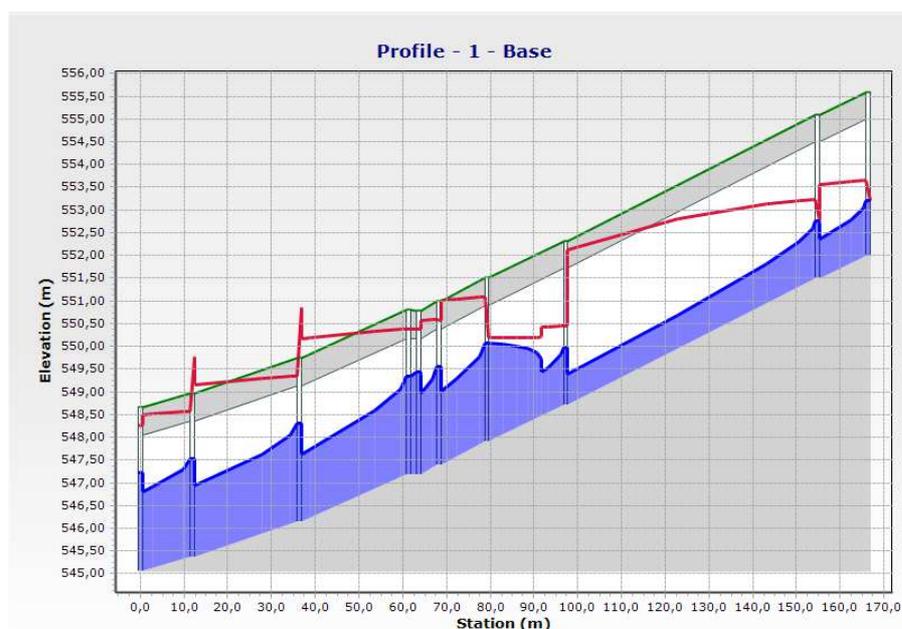


Figura 02 – Resultado da simulação do segundo cenário, com o redimensionamento das tubulações para o mesmo trecho.

Esse resultado é definido a partir a partir dos limites impostos ao programa, relativos à velocidade de escoamento, à inclinação das tubulações, aos diâmetros e ao cobrimento da tubulação em relação ao nível da superfície do terreno. Em termos numéricos, o diâmetro atual das tubulações para o cruzamento estudado apresentou o valor de 1.000mm, enquanto que, para o segundo cenário, os diâmetros apresentaram o valor de 3.000mm. A partir dos resultados obtidos, o redimensionamento da tubulação seria suficiente para drenar o volume de água necessário para a chuva de projeto.

## Conclusões

Com os resultados obtidos no presente trabalho, conclui-se que a rede de drenagem urbana atual existente no cruzamento entre as avenidas Guaiapó e Palmares está subdimensionada e que é necessário o aumento dos diâmetros das tubulações, a fim de drenar toda a vazão proveniente da sub-bacia.

Entretanto, sabe-se que o custo para a troca das tubulações é alto, não apenas devido ao preço de custo das tubulações maiores, mas também os custos com mão de obra, encargos sociais, escavação, assentamento de tubulações com esse diâmetro, que podem necessitar de içamento, aluguel de equipamentos, entre outros custos.

Diante disso, para trabalhos futuros, sugere-se a realização de simulações com cenários de aplicação de técnicas compensatórias, tais como inserção de pavimentos permeáveis, bacias de retenção, trincheiras de infiltração, entre outras técnicas, com a finalidade de realizar combinações estratégicas para obter melhores resultados com menor custo.

## Agradecimentos

Os autores agradecem ao PIC/UEM pela oportunidade de participar do presente projeto e ao professor Me. Alexandre Hitoshi Ito pela prestatividade e informações sobre o uso do *SewerGEMS*®.

## Referências

RAMOS, C. L.; BARROS, M. T. L. D.; PALOS, J. C. F. **Diretrizes Básicas para Projetos de Drenagem Urbana no Município de São Paulo**. Prefeitura do Município de São Paulo. São Paulo: Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica, 1999.

ZHOU, Q. A Review of Sustainable Urban Drainage Systems Considering the Climate Change and Urbanization Impacts. **Water**, Basel, v. 6, n. 4m p. 976-992, 2014.