

# ENGENHARIAS

# **AVALIAÇÃO HIDROLÓGICA E AMBIENTAL DE BACIAS HIDROGRÁFICAS: O CASO DO SUDESTE E SUL DO BRASIL**

**GUERRA, Paula Marianela.**

Estudante do Curso de Engenharia Civil de Infraestrutura – ILATIT – UNILA;

E-mail: [paula.guerra@aluno.unila.edu.br](mailto:paula.guerra@aluno.unila.edu.br)

**MATA-LIMA, Herlander**

Docente do curso de Engenharia Civil de Infraestrutura – ILATIT – UNILA.

E-mail: [herlander.lima@unila.edu.br](mailto:herlander.lima@unila.edu.br)

## **1 Introdução**

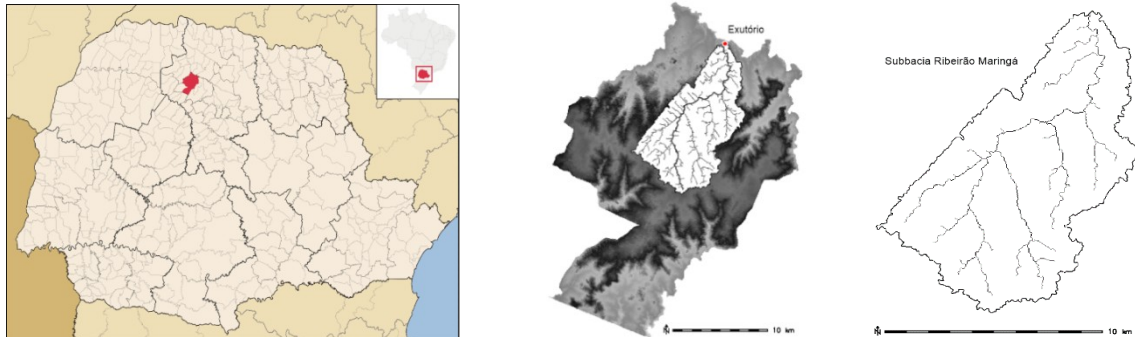
O aumento da frequência de precipitações de grande intensidade no sul do Brasil, somado ao constante e acelerado crescimento urbanístico, têm criado uma situação propícia para o acontecimento de inundações urbanas (IU). Além de perturbarem os serviços do ecossistema, IU causam danos materiais e vítimas humanas acabando por contribuir para aumentar progressivamente a vulnerabilidade da comunidade afetada. As infraestruturas de engenharia civil influenciam o comportamento hidrológico das bacias de drenagem visto que aumentam a velocidade do escoamento e a vazão de pico. Assim, a magnitude de impacto hidrológico provocado pelas infraestruturas da engenharia civil deverá ser avaliada a fim de se optar por soluções que minimizem as alterações no meio natural (MATA-LIMA; SILVA; RAMINHOS, 2006, p.42).

O trabalho foi realizado com o objetivo de realizar a análise fisiográfica completa da bacia estudada, estimar as vazões para diferentes períodos de retorno, representar o hidrograma de escoamento e avaliar o risco associado às inundações.

## **2 Metodologia**

O presente trabalho foi realizado seguindo as seguintes etapas: (i) caracterização do estado atual do conhecimento com base em artigos publicados em periódicos; (ii) caracterização fisiográfica da área de estudo, incluindo a coleta e tratamento de dados geomorfológicos e de ocupação e uso do espaço; e (iii) construção de um algoritmo de simulação hidrológica em uma planilha Excel.

A pesquisa incidiu sobre a subbacia do ribeirão Maringá do município de Maringá, região Noroeste do Estado de Paraná, localizada entre os paralelos  $23^{\circ} 15'$  e  $23^{\circ} 34'$  de latitude sul e entre os meridianos  $51^{\circ} 50'$  e  $52^{\circ} 06'$  de longitude oeste (figura 1).



**Figura 1.** Localização da subbacia Ribeirão Maringá do município de Maringá, Paraná

Mediante o servidor EarthData Search obteve-se a imagem geoespacial digital do local, a qual foi empregada para a determinação dos valores representativos das características fisiográficas da subbacia, fazendo uso dos *softwares* livres de sistema de informação geográfica (QGIS e GRASS GIS).

Elaborou-se um algoritmo de cálculo para estimar:

(i) o tempo de concentração mediante os métodos empíricos de Kirpich, Kerby, Ventura, Temez, Pasini, B. Willians, Ven te Chow, Picking, Giandotti, CHPAW e Epey, tendo-se adotado um  $t_c=133$  min obtido pelo método de Ven te Chow por ser o valor inferior mais próximo ao  $t_c$  médio menos o desvio padrão ( $t_{c,adotado} = t_{c,médio} - \sigma$ ), considerando os valores de  $t_c$  obtidos pelos 11 métodos. Obteve-se a curva de Intensidade-Duração e Frequência (I-D-F) da precipitação pela equação que consta da lei Complementar nº766 do Órgão oficial do município de Maringá referente às diretrizes básicas para elaboração de projetos de drenagem;

(ii) a vazão de ponta para diferentes períodos de retorno, mediante os métodos Racional (MR), Racional Modificado (MRM) e do Serviço de Conservação do Solo – SCS;

(iii) os hidrogramas triangulares de escoamento pelos métodos Racional e SCS (cf. MATA-LIMA et al., 2007, p.528-529,532).

### **3 Fundamentação teórica**

A bacia hidrográfica é uma superfície ou área de captação, delimitada pelo divisor de águas, onde as gotas de chuva são drenadas para um mesmo ponto de saída, chamado de exutório (ponto de concentração) (SOLIMAN, 2010, p.91). As características físicas da bacia hidrográfica influenciam de maneira decisiva o seu comportamento hidrológico e dependem da morfologia, do tipo e uso do solo, da geologia, da cobertura vegetal, entre outros (NANÍA; VALENTIN, 2006, p.21).

Uma variável fundamental na avaliação do escoamento da bacia hidrográfica é o tempo de concentração ( $t_c$ ), que descreve o transcurso da água precipitada desde o ponto mais distante cinematicamente até o exutório da bacia. Chuvas muito intensas, com durações maiores do que o  $t_c$  da bacia ou que ocorrem na sequência de eventos anteriores são as que produzem escoamento suficiente para provocar inundações. O  $t_c$  dependerá principalmente dos seguintes fatores: (i) rugosidade da superfície; (ii) precipitação e teor de umidade do solo; (iii) geometria dos canais e planos de escoamento; e (iv) declividade (MATA-LIMA et al., 2007, p.526-527).

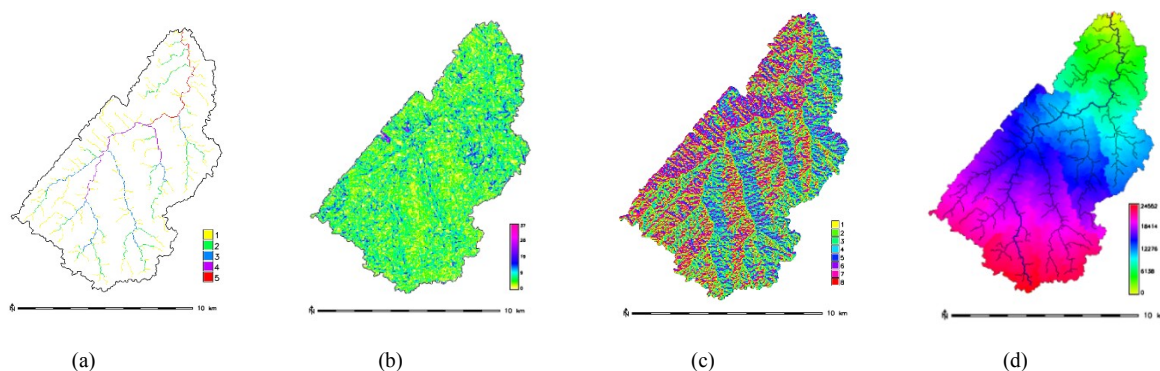
No gerenciamento da drenagem urbana, os estudos hidrológicos compreendem principalmente as características hidráulicas e geomorfológicas da bacia, o grau de impermeabilização, o tempo de concentração e as vazões e hidrogramas de projeto em diversos pontos do sistema de drenagem (CANHOLI, 2014, p.93).

#### 4 Resultados

Na tabela 1 e na figura 2 são apresentados os valores e mapas mais significativos obtidos mediante o *software* Grass Gis.

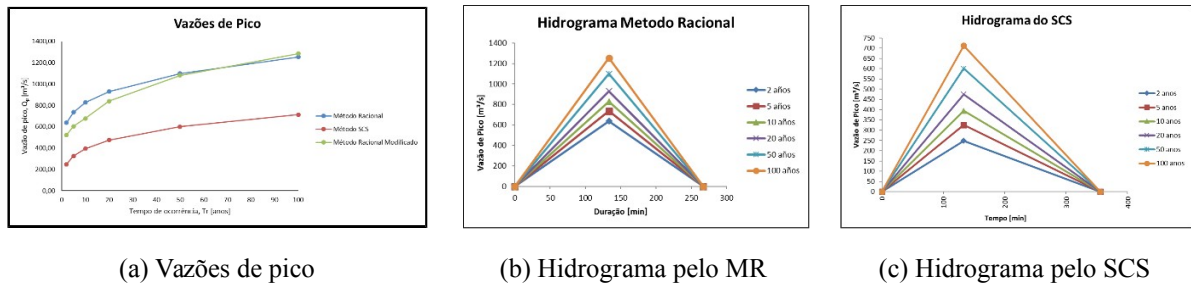
**Tabela 1.** Parâmetros morfométricos da subbacia

Área [km <sup>2</sup> ]	Perímetro [km]	Periferência de altitude [m]	Diferença de altitude [m]	Coeficiente de compacidade	Fator de forma	Comprimento axial da bacia [km]	Coeficiente de declividade média da bacia [%]	Comprimento do rio principal [km]	Declividade do canal principal [%]
2,179	1,583	6	53	84	3,847	210	93	23,9	3,15



**Figura 2.** Mapas dos parâmetros morfométricos da subbacia: (a) ordem dos rios; (b) declividade da subbacia; (c) direções de fluxo; (d) distância até o exutório.

A partir de tais dados, procedeu-se com a análise descrita na metodologia. Seguidamente são apresentados graficamente os resultados obtidos (figura 3).



**Figura 3.** Vazões de pico e hidrogramas do escoamento obtidos pelos métodos racional (MR) e do Serviço de Conservação do Solo (SCS).

## 5 Conclusões

- A expansão urbana no município de Maringá e consequente aumento de impermeabilização tem contribuído para reduzir o  $t_c$  e aumento da vazão de pico;
- O método de SCS estima vazões de pico inferiores quando comparado o método racional;
- A análise distribuída de bacias hidrográficas (i.e. subdivisão em várias subbacias de pequenas dimensões) permite a aplicação do método racional para estimar a vazão de ponta de estruturas de drenagem urbana;
- As estruturas de drenagem apresentam maior risco de falha para o menor tempo de recorrência ( $T_r$ ), razão pela qual 100 anos deve ser o valor a adotar para os elementos de drenagem transversal em meio urbano.

## 6 Principais referências bibliográficas

BORSATO, F.H.; MARTONI, A.M. Estudo da fisiografia das bacias hidrográficas urbanas no Município de Maringá, Estado do Paraná. **Acta Scientiarum. Human and Social Sciences**, v. 26, n.2, p.273-285, 2004.

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

MATA-LIMA, H.; VARGAS, H.; CARVALHO, J.; GONÇALVES, M.; CAETANO, H.; MARQUES, A.; RAMINHOS, C. Comportamento hidrológico de bacias hidrográficas: integração de métodos e aplicação a um estudo de caso. **REM: Revista Escola de Minas**, v.60, n.3, p.525-536, 2007.

NANÍA, L.S.; VALENTÍN, M.G. **Ingeniería hidrológica**. 2ed. Granada: Grupo Editorial Universitario, 2006.