

# ENGENHARIAS

# GESTÃO DO RISCO DE DESASTRES HIDROMETEOROLÓGICOS EM BACIAS HIDROGRÁFICAS

**Contreras Oscco, Yoshin E.**

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

E-mail: [yoshin.oscco@aluno.unila.edu.br](mailto:yoshin.oscco@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

Os eventos naturais geofísicos assumem proporção de desastres nas áreas onde há elevado número de pessoas e bens (e.g. infraestruturas) expostos ao risco (ALCÁNTARA-AYALA, 2002: 107). Os desastres assumem magnitudes significativas nos aglomerados urbanos densos, conforme destacado por Marcelino (2008: 5).

Segundo GUHA-SAPIR et al. (2015: 1), mas de 47,2% do total de desastres são de origem hidrológico e 36,4% correspondem a desastres meteorológicos. Nesse sentido os desastres hidro-metereologicos devem merecer grande atenção da parte da comunidade técnico-científica como forma de promover ações que visem reduzir a vulnerabilidade das regiões afetadas. Assim, no âmbito do trabalho pretende-se: (1) realizar a análise fisiográfica completa das bacias com histórico de inundações; (2) estimar as vazões para diferentes períodos de retorno através de vários métodos; (3) representar o hidrograma unitário sintético do escoamento; e (4) estimar o risco associado ao dimensionamento de infraestruturas de drenagem para vários períodos de retorno.

## 2. Metodologia

### 2.1. Área de estudo

A área de estudo é a bacia hidrográfica do trecho superior do rio Cascavel compreendido entre as latitudes 24°32' e 25°17' Sul e longitudes 53°05' e 53°50' Oeste (figura 1) pertencente à bacia hidrográfica Iguaçu.

### 2.2. Descrição dos métodos

Para a delimitação da bacia utilizou-se um modelo digital do terreno (*Digital Elevation Model-DEM*) de 30 m de resolução espacial, imagem obtida do servidor EarthData Search (<https://search.earthdata.nasa.gov/>) do satélite *ASTER Global Digital Elevation Model*

(*GDEM*) v2. Após a obtenção do DEM utilizou-se o software livre GRASS GIS (<https://grass.osgeo.org/>) para a delimitação da bacia de forma automática mediante o algoritmo *r.watershed*.



**FIGURA 1.** Localização da bacia do rio de Cascavel

Os parâmetros morfométricos da bacia foram obtidos mediante o algoritmo *r.basin* do GRASS GIS que exige os dados do DEM e as coordenadas do exutório.

Calcularam-se os tempos de concentração ( $t_c$ ) com base nos métodos de Kirpich, Kerby, Ventura, Temez, Passini, B. Willians, Ven Te Chow, Picking, Giandotti e CHPW (ver MATA-LIMA et al., 2007: 528-529). Para reduzir o risco de falha da infraestrutura de drenagem analisou-se o comportamento da bacia hidrográfica considerando um tempo de concentração mais próximo do valor do  $t_c$  médio ( $t_{cm}$ ) menos o desvio padrão (SD) ( $t_c = t_{cm} - SD$ ), razão pela qual se adotou um  $t_c$  de 113 min obtido pelo método de Kirpich.

Seguidamente obteve-se a precipitação de projeto usando a equação que representa a curva de Intensidade-Duração-Frequência (IDF) da precipitação para Cascavel, considerando períodos de retorno (tempo de recorrência,  $T_r$ ) de 2, 5, 10, 20, 50, 100 anos. Utilizou-se uma distribuição temporal da chuva correspondente ao primeiro quartil, respeitando a recomendação de Huff (1967: 1018) para chuvas com duração inferior a 12 horas.

Para estimar a vazão e o hidrograma sintético de escoamento construiu-se uma planilha Excel para implementar os algoritmos de cálculo com base nos métodos Racional (MR) e do Serviço de conservação do Solo (SCS) para analisar a sensibilidade dos resultados em função do método adotado. Adicionalmente, utilizou-se o software HEC-HMS para a simulação do escoamento e comparação de resultados.

Finalmente foi avaliado o risco associado às inundações como auxílio para proposição de ações mitigadoras (estruturais e não estruturais).

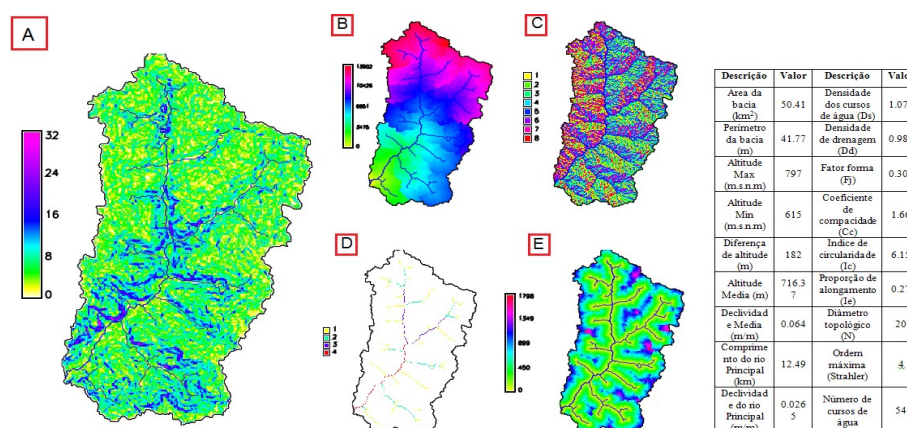
### 3. Fundamentação teórica

Os desastres hidro-meteorológicos são influenciados por fatores naturais e artificiais que concorrem para sua ocorrência. No caso das inundações os fatores são principalmente: a ineficácia dos sistemas de drenagem, construções em área ribeirinhas (i.e. áreas naturalmente afetadas por enchentes) e alterações climáticas. As inundações devido à urbanização são causadas pelo desmatamento e impermeabilização que intensificam a erosão o aumento do escoamento superficial (ISDR, 2004: 2-3).

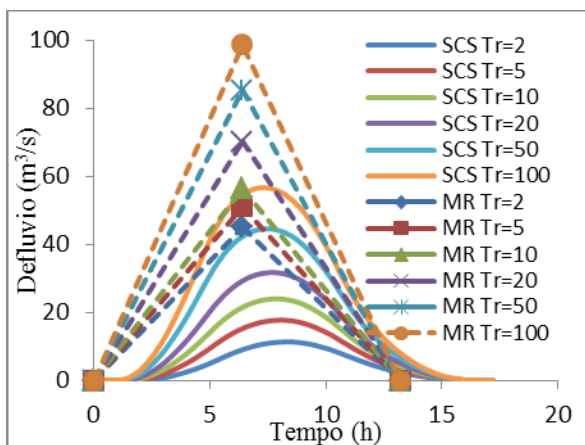
As variáveis hidrológicas como o tempo de concentração ( $t_c$ ) e vazão de ponta do escoamento são fundamentais para analisar a resposta hidrológica de bacias hidrográficas (MATA-LIMA et al., 2007: 527). O  $t_c$  é definido como o tempo necessário para que uma partícula de água escoe desde o ponto hidráulicamente mais distante da bacia até o exutório (ELMOUSTAFA, 2012: 328) e depende de fatores geomorfológicos da bacia (e.g. área, comprimento e declividade do canal principal, etc.). Para o cálculo da vazão e o hidrograma é comum usar o método Racional que é mais aplicado em bacias pequenas (até 1 km<sup>2</sup>) e do Serviço de Conservação do Solo (SCS) que avalia o efeito de ocupação e uso do solo mediante o coeficiente CN (*curve number*) e também considera a heterogeneidade espacial da bacia hidrográfica.

O efeito negativo dos desastres hidrológicos está relacionado à fragilidade do ambiente (natural e construído), ou seja, depende da vulnerabilidade dos elementos expostos ao risco (MARCELINO, 2008: 23). A vulnerabilidade é geralmente agravada pela combinação de fatores como classe social, gênero ou etnicidade (ALCÁNTARA-AYALA, 2002: 118).

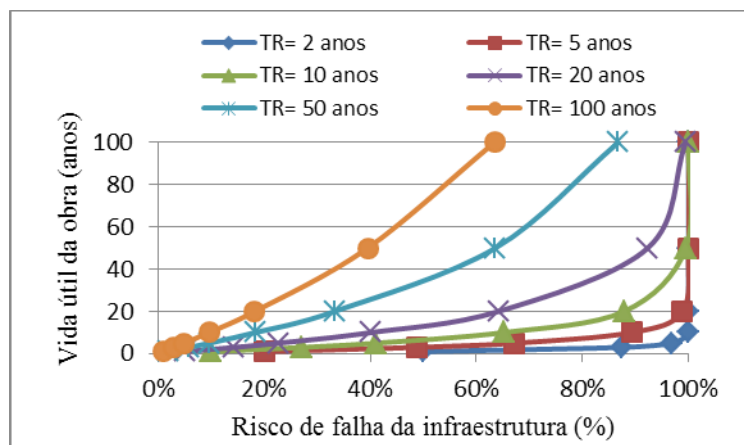
#### 4. Resultados



**FIGURA 2.** Parâmetros morfométricos da bacia hidrográfica do rio Cascavel. Legenda: A - Declividade, B - Distância até o exutório, C - Direções de fluxo, D - Ordem dos cursos de água-Strahler, E - Comprimento das encostas.



(a) Hidrogramas do escoamento para os métodos Racional (MR) e do Serviço de Conservação do Solo (SCS)



(b) Risco de falha das infraestruturas com distintos períodos de retorno (TR)

**FIGURA 3.** Hidrogramas e risco de falha da infraestrutura.

## 5. Conclusões

- As vazões calculadas pelo método racional são superiores àquelas obtidas pelo método do Serviço de Conservação de Solos (SCS) e pela aplicação do HEC-HMS.
- O uso da vazão obtida pelo método racional proporciona maior segurança no dimensionamento de infraestruturas de drenagem urbana porque o fato das vazões de ponta serem mais elevadas reduz o risco de falha.

## 6. Principais referências bibliográficas

- ALCÁNTARA-AYALA, I. Geomorphology, natural hazards, vulnerability and prevention of natural disasters in developing countries. **Geomorphology**, v. 47, n. 2, p. 107-124, 2002.
- ELMOUSTAFA, A. M. Weighted normalized risk factor for floods risk assessment. **Ain Shams Engineering Journal**, v. 3, n. 4, p. 327-332, 2012.
- GUHA-SAPIR, P. H., REGINA BELOW. **Annual Disaster Statistical Review 2014: The Numbers and Trends**. CRED. Brussels, p.54. 2015.
- HUFF, Floyd A. Time distribution of rainfall in heavy storms. **Water Resources Research**, v. 3, n. 4, p. 1007-1019, 1967.
- ISDR-International Strategy for Disaster Reduction. **Living with risk: a global review of disaster reduction initiatives**. United Nations Office for Disaster Risk Reduction (UNISDR), 2004. 429p, ISBN 9211010640.
- MARCELINO, E. **Desastres naturais e geotecnologias: conceitos básicos**. 40p. INPE, Santa Maria, Brasil.
- MATA-LIMA, Herlander et al. Comportamento hidrológico de bacias hidrográficas: integração de métodos e aplicação a um caso de estudo. **Rem: Revista Escola de Minas**, v. 60, n. 3, p. 525-536, 2007.