

## INFLUÊNCIA DA URBANIZAÇÃO SOBRE AS VAZÕES DE PICO NA SUB-BACIA DO RIO COTIA, UNIDADE DE GERENCIAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS 06, ESTADO DE SÃO PAULO, BRASIL

### Recursos Hídricos e Qualidade da Água

Rogério Martins Vieira<sup>1</sup>

Bianca Almeida de Albuquerque<sup>2</sup>

Letícia Silva Godinho<sup>3</sup>

Yuri Alexander de Sousa Castro<sup>4</sup>

Jorge Luis R. P. Filho<sup>5</sup>

### Resumo

O crescimento das zonas urbanas produz impactos significativos no escoamento superficial devido à impermeabilização de grandes áreas. Além de deteriorar a qualidade da água, o processo de urbanização resulta, também, em eventos cada vez mais críticos de cheias. A sub-bacia do rio Cotia está inserida em 5 municípios da Região Metropolitana de São Paulo, ocupando uma área de 262 km<sup>2</sup>. A fim de avaliar o impacto da urbanização nas máximas vazões desta sub-bacia, o presente estudo utilizou a metodologia proposta por I Pai Wu para elaborar, por meio de aspectos físicos e pluviométricos da região, hidrogramas que descrevam a dinâmica do escoamento superficial. Para tanto, foram demarcadas três sub-bacias menores (Raposo Tavares, Barragem da Graça e Baixo Cotia) a partir da sub-bacia do rio Cotia. A sub-bacia Raposo Tavares apresentou a maior vazão de pico em decorrência da pavimentação da rodovia, enquanto a sub-bacia Barragem da Graça apresentou o menor valor devido ao índice de preservação da área e manutenção da condição natural da cobertura vegetal. A sub-bacia Baixo Cotia indicou um valor intermediário, pois, apesar de ser uma região urbanizada, apresenta áreas que não estão totalmente impermeabilizadas. Dessa forma, os resultados obtidos se mostraram de acordo com o esperado, indicando a interferência da urbanização nos recursos hídricos.

Palavras-chave: Rio Cotia; Escoamento superficial; Cheias; I Pai Wu.

<sup>1</sup> Aluno do Curso de Engenharia Ambiental, UFSCar – Campus Lagoa do Sino, Centro de Ciências da Natureza, roh.martins29@gmail.com

<sup>2</sup> Aluna do Curso de Engenharia Ambiental, UFSCar – Campus Lagoa do Sino, Centro de Ciências da Natureza, biancaalbuquerque19@gmail.com

<sup>3</sup> Aluna do Curso de Engenharia Ambiental, UFSCar – Campus Lagoa do Sino, Centro de Ciências da Natureza, letticiagodinho@hotmail.com

<sup>4</sup> Aluno do Curso de Engenharia Ambiental, UFSCar – Campus Lagoa do Sino, Centro de Ciências da Natureza, euyuricastro@gmail.com

<sup>5</sup> Prof. Dr. UFSCar – Campus Lagoa do Sino, Centro de Ciências da Natureza, pantojafilho@gmail.com

## INTRODUÇÃO

O processo de urbanização brasileiro vem produzindo um impacto significativo na infraestrutura de recursos hídricos. O crescimento das zonas urbanas tem provocado aumento da frequência e magnitude das cheias, resultado da impermeabilização de grandes áreas, implicando em maior escoamento superficial, menor taxa de infiltração e na queda da capacidade de amortecimento natural das bacias hidrográficas (CRUZ *et al.*, 1999).

De acordo com Tucci e Collischonn (1998), na medida em que as cidades se urbanizam, em geral, ocorrem os seguintes impactos: aumento das vazões máximas; aumento da produção de sedimentos; e deterioração da qualidade da água. Sendo assim, a consequência deste processo é um aumento nos volumes escoados e nas vazões de pico, provocando eventos de cheias cada vez mais críticos.

A determinação das vazões de projeto deve ser definida em função das áreas das bacias hidrográficas. Neste sentido, o objetivo do trabalho foi avaliar a influência da urbanização sobre as vazões de pico (máximas) na sub-bacia hidrográfica do rio Cotia, a partir da metodologia proposta por I Pai Wu (1963), visando fornecer prognósticos e subsídios técnicos para o planejamento adequado da ocupação urbana na região.

## METODOLOGIA

A sub-bacia hidrográfica do rio Cotia abrange os municípios de Cotia, Barueri, Jandira, Vargem Grande Paulista e Embu das Artes, presente a uma altitude de 700 a 1400 m acima do nível do mar. Uma precipitação média anual de 1540 mm e a temperatura média de 17,8 °C (MARIANO, 2014). Ocupa uma área de 262 km<sup>2</sup>, sendo integrante da 6<sup>a</sup> Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo (UGRHI), bacia hidrográfica do Tietê (UGRHI – 06).

A fim de delimitar a área de estudo, foram considerados três pontos de monitoramento, localizados em zonas distintas dentro da sub-bacia (Figura 1a). Devido à grande área analisada, realizou-se a demarcação de três sub-bacias menores, cada uma abrangendo um único ponto de monitoramento (Figura 1b). A demarcação foi realizada com o *software* ArcGIS, por meio das curvas de nível do relevo e dos afluentes do rio

principal, rio Cotia.

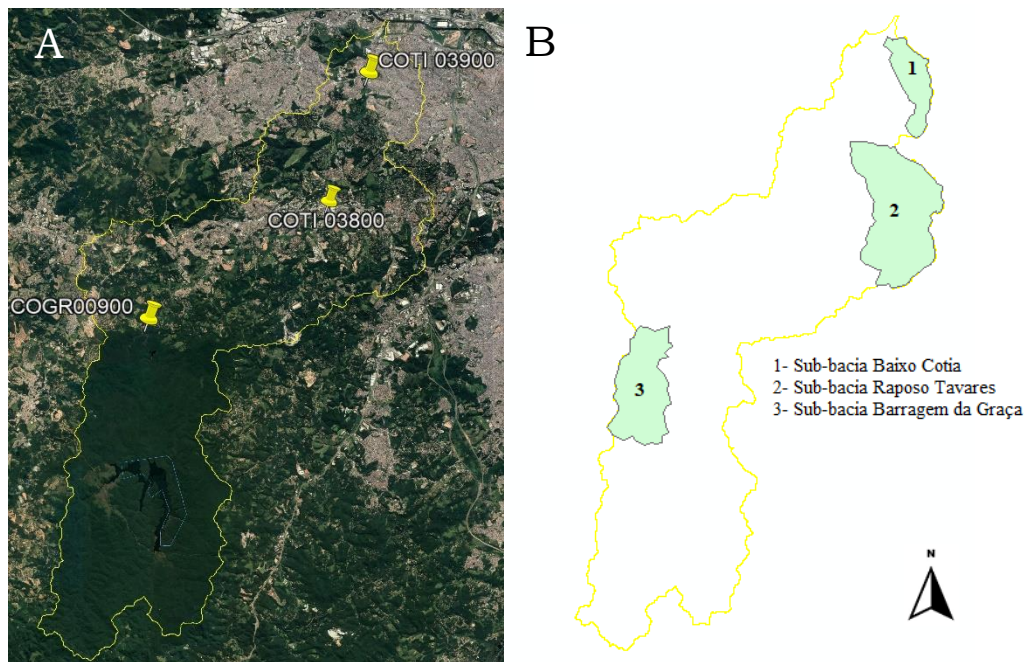


Figura 1. a) área da sub-bacia do rio Cotia e identificação dos pontos de monitoramento; b) demarcação da sub-bacias menores. Fonte: Google Earth, 2018.

Para a construção dos hidrogramas utilizou-se o método I Pai Wu, que é desenvolvido através de uma equação básica (Equação 1), cuja resolução depende de parâmetros relacionados às características físicas da sub-bacia e às condições pluviométricas da região (DAEE, 2012).

$$Q = 0,278 \times C \times I \times A^{0,9} \times K \quad (\text{Equação 1})$$

Onde: Q é a vazão oriunda da precipitação ( $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ ); C é o coeficiente de escoamento superficial (adimensional); I é a intensidade da chuva ( $\text{mm} \cdot \text{h}^{-1}$ ); A é a área da bacia hidrográfica ( $\text{km}^2$ ) e; K é o coeficiente de distribuição espacial da chuva (adimensional).

A partir da vazão Q, utilizou-se a Equação 2 para determinar a vazão de pico,  $Q_p$ , aplicada na construção dos hidrogramas, que foram desenvolvidos no Excel.

$$Q_p = Q_b + Q \quad (\text{Equação 2})$$

Onde:  $Q_p$  é a vazão de pico ( $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ );  $Q_b$  é a vazão de base ( $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ ), referente à parcela da vazão Q que esco subsuperficialmente e; Q é a vazão oriunda da precipitação ( $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ ).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As novas sub-bacias foram consideradas como representativas de toda a sub-bacia original apenas para demonstração, pois, para se obter dados mais precisos da área total, é necessário adotar mais pontos de monitoramento. Dessa forma, elaborou-se um hidrograma para cada sub-bacia (Figura 2). As curvas nos hidrogramas demonstram como as condições de uso e ocupação do solo em cada sub-bacia respondem a um evento extremo de chuva.

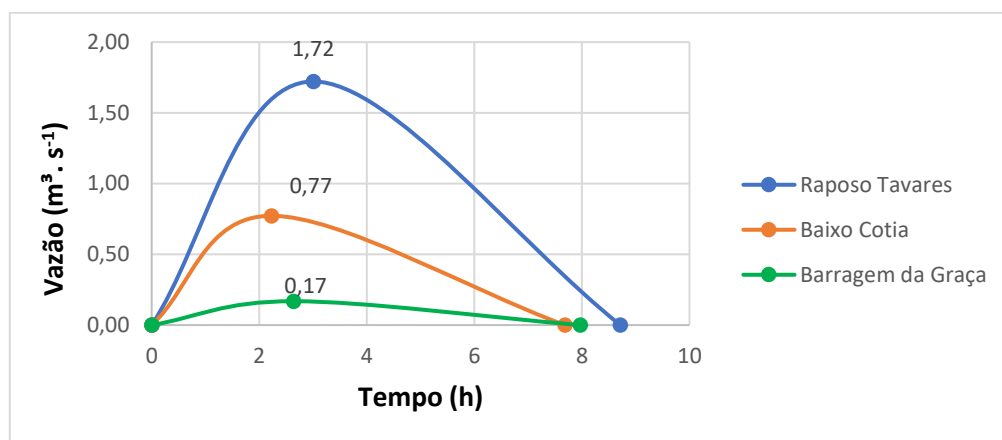


Figura 2. Hidrogramas das sub-bacias analisadas.

Observa-se que a sub-bacia Raposo Tavares possui a maior vazão de pico ( $1,72 m^3 \cdot s^{-1}$ ), justificada pela presença da rodovia Raposo Tavares que se estende por dezenas de quilômetros e impermeabiliza o solo devido à sua pavimentação. Conseqüentemente, a parcela de água da precipitação que infiltraria no solo em condições naturais de cobertura vegetal, hoje, percorre sobre a rodovia, aumentando a vazão que chega aos corpos d'água.

Já para a sub-bacia Baixo Cotia, a vazão de pico foi de  $0,77 m^3 \cdot s^{-1}$ , a segunda maior analisada. Apesar da vazão ser consideravelmente menor que a da sub-bacia Raposo Tavares, trata-se de uma região intensamente urbanizada. Ademais, existem grandes chácaras nos municípios que, embora urbanizadas e com vegetação altamente comprometida, não estão totalmente impermeabilizadas (DRENATEC, 2007).

A sub-bacia Barragem da Graça, por sua vez, é a que detém a menor vazão de pico ( $0,17 m^3 \cdot s^{-1}$ ). A razão para um valor tão baixo, quando comparado às outras, está no alto índice de preservação ambiental da região. Com isso, devido à manutenção da mata nativa

e, conseqüentemente, das condições naturais da cobertura vegetal, a parcela de infiltração no solo é alta, enquanto os índices de escoamento superficial são baixos.

## CONCLUSÕES

Observou-se a significativa influência das condições de uso e ocupação do solo na dinâmica de escoamento superficial, indicando como a urbanização pode impactar na qualidade e quantidade das águas.

## REFERÊNCIAS

CRUZ, M. A. S. *et al.* **Estruturas de controle do escoamento urbano na microdrenagem.** In: XIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 1999, Porto Alegre, RS. Anais... Porto Alegre, 1999. 21 p.

DAEE – Departamento de Águas e Energia Elétrica. **Treinamento: Obras hidráulicas sujeitas à outorga – Conceitos teóricos: Vazão de projeto.** 2012. Disponível em: <[http://www.daee.sp.gov.br/outorgatreinamento/Obras\\_Hidr%C3%A1ulic/vazaoproj.pdf](http://www.daee.sp.gov.br/outorgatreinamento/Obras_Hidr%C3%A1ulic/vazaoproj.pdf)>. Acesso em 01 de outubro de 2018.

DER- Departamento de Estradas de Rodagem. **Instrução de Projeto - Projetos de Drenagem e Estudos Hidrológicos.** São Paulo-SP. Disponível em:< [ftp://ftp.sp.gov.br/ftpder/normas/IP-DE-H00-001\\_A.zip](ftp://ftp.sp.gov.br/ftpder/normas/IP-DE-H00-001_A.zip)>. Acesso em 16 de setembro de 2019.

DRENATEC, Engenharia s/c Ltda. **Plano de Desenvolvimento e Proteção Ambiental da Bacia do Rio Cotia: Caracterização Regional.** [S. l.: s. n.], 2007. Disponível em: <<pdpa.cobrape.com.br/Arquivos/Pdpas/PDPA-Cotia.pdf>>. Acesso em 15 de maio de 2018.

MARIANO. **Classificações Climáticas.** Universidade Federal de Pelotas - Departamento de Meteorologia, 2014. Disponível em: <<https://wp.ufpel.edu.br/glaubermariano/files/2014/01/Unidade-V-Classifica%C3%A7%C3%B5es-Clim%C3%A1ticas.pdf>>. Acesso em 14 de outubro de 2019.

TUCCI, C. E. M.; COLLISCHONN, W. **Drenagem urbana e controle de erosão.** In: Simpósio Nacional de Controle de Erosão, 6. 1998, Presidente Prudente, SP. Anais... Associação Brasileira de Recursos Hídricos. ABRH, 1998. 1 CD-ROM.

WU, I-Pai (1963). "**Design Hydrographs for Small Watersheds in Indiana**". Journal of the Hydraulics Division, ASCE, 89 (6): 35 - 66.