

AVALIAÇÃO DA APLICAÇÃO DE DISPOSITIVOS DE CONTROLE DE ENCHENTES NA FORMA DE ATENUAÇÃO DE CHEIAS EM BACIAS URBANAS ATRAVÉS DA MODELAGEM COMPUTACIONAL

Karla Alcione da Silva¹ & Klebber Teodomiro M. Formiga²

RESUMO --- O presente trabalho demonstra o estudo da eficiência de dispositivos de controle de enchentes em bacias urbanas. Para isto foi utilizado como exemplo uma bacia urbana na cidade de Goiânia. Procedeu-se, simulações no modelo computacional SWMM – *Storm Water Management Model*, onde foram efetuadas simulações de 3 cenários hipotéticos, onde foram trabalhados a situação atual encontrada na bacia, sem nenhum dispositivo de controle; a bacia com implantação de bacias de retenção nos lotes e a bacia com aumento de área permeável (30% em cada lote). Na simulação com aumento de área permeável demonstrou que esse cenário apresenta melhor eficiência na redução da vazão de pico quando comparado ao cenário com implantação de bacias de retenção, porém também insuficiente para a redução de enchentes na área. Os resultados demonstraram que os dispositivos não apresentaram eficiência, havendo a necessidade de trabalhar com simulações de dispositivos em forma conjunta.

ABSTRACT --- This paper presents a study of the influence of flood control devices in urban watersheds. To undertake this study the urban basin of the city of Goiânia was used. Computing model simulations *Storm Water Management Model* – SWMM where used, in which 3 hypothetical setting simulations were carried out working with the watershed's present state, without any control device; the watershed with detention watersheds in the plots, and the basin with an increase in its permeable area (30% in each plot). The simulation of with increase in permeable area showed that this setting is more efficient for the reduction of the peak flow when compared with the setting of implantation of detention watersheds in the plots. However, it was also insufficient for the reduction of flooding in the area. The results prove that the devices were ineffectuated, hence the need to work with all devices together

Palavras-chave: enchente, simulação, dispositivos de controle

1) Mestre em Engenharia do Meio Ambiente pela Universidade Federal de Goiás, Rua VA-9, chác. 82/83, Conj. Vera Cruz II, Goiânia-GO, E-mail: karlaeng@pop.com.br; karlaamb@hotmail.com

2) Professor Adjunto da Escola de Engenharia Civil da Universidade Federal de Goiás. e-mail: klebber.formiga@gmail.com

1 INTRODUÇÃO

O crescente processo de urbanização das cidades de todo o mundo seja em países desenvolvidos ou em desenvolvimento, juntamente com o aumento conseqüente da impermeabilização das áreas e da ocupação inadequadas de áreas ribeirinhas, tem promovido grandes problemas de inundações urbanas. A cidade de Goiânia, não difere das demais realidades, e possui atualmente um sistema de drenagem antigo e na maioria das bacias sub-dimensionado (WILKEN, 1978). Por isso problemas de alagamentos não são raros de serem observados. Para que o problema de enchentes na região em questão possa ser sanado é necessária ou adoção de medidas caras, por exemplo, a expansão da rede ou a adoção de medidas alternativas mais econômicas, mas que necessitariam de uma maior conscientização da população e de legislações específicas eficazes. É exatamente nesse ponto que se vê a possibilidade de implantação de bacias de retenção e/ou adoção de aumento de área permeável (GUO, 1999).

Este trabalho visou estudar uma região situada dentro de uma das áreas mais urbanizadas da Cidade de Goiânia, com grandes residências, em sua maioria com áreas quase totalmente impermeabilizadas e com pequeno número de espaços verdes, praças e bosques. Essas características favorecem a ocorrência de enchentes, até em eventos de chuvas de média intensidade, transformando a região em um verdadeiro problema, com ruas alagadas, trânsito comprometido e insegurança para os transeuntes (HALL, 1984). Esta pesquisa consistiu na avaliação de formas de atenuação de cheias em uma bacia urbana, para isto foi realizada a propagação de escoamento, por meio do modelo computacional SWMM- *Storm Water Management Model*, modelo desenvolvido pela EPA – *Environmental Protection Agency* e trata-se de um programa de modelagem de sistemas de águas pluviais, utilizado como modelo de simulação para projetos antecedentes ao projeto executivo. Neste trabalho foram realizadas simulações com implantação de bacias de retenção em lote e aumento de área permeável. Essa modelagem possibilitou a avaliação da adoção desses dispositivos de controle de cheia em bacias urbanas e suas determinadas eficiências na redução da vazão de pico.

2 METODOLOGIA

Para representar a situação encontrada em um contexto real, optou-se pela montagem da simulação computacional, na qual foram contemplados diversos segmentos. Na definição das características da bacia hipotética, utilizou-se uma bacia urbana da cidade de Goiânia, onde foram

mantidas a área, topografia, configuração da rede de macrodrenagem e a forma. Esta bacia está situada na bacia do Córrego dos Buritis que é uma sub-bacia do Córrego Botafogo e compreende parte do Setor Oeste, Bueno e Marista. A área total é de 162,68 ha e 1.609 lotes, maiores que 500m², com pequeno número de áreas verdes, declividade entre 2.03 % e 3.32 %.

Inicialmente foi realizada a delimitação da área de forma manual utilizando os arquivos do Mapa Urbano Básico Digital de Goiânia versão 18 (COMDATA, 2004). E realizada uma divisão da bacia em treze áreas menores, com dois pontos finais de descargas do escoamento (Bosque dos Buritis e Bacia do Córrego Botafogo), conforme projeto real de drenagem urbana. Os arquivos do MUBDG foram de ampla importância para a aquisição dos dados referentes à localização da área na cidade, hidrografia, curva de nível e dimensões da bacia e dos lotes. Na Figura 1 é apresentada a bacia com suas determinadas divisões.

A determinação de área permeável e impermeável de toda a bacia foi realizada por meio de imagem de satélite e trabalho de caracterização *in locu*. Neste caso foi necessário eleger uma área de amostragem. Esse resultado demonstrou uma área com grande índice de urbanização, composta por grandes residências, com maior parte de seus lotes com aproximadamente 86.16% de impermeabilização (Figuras 2 a e b).

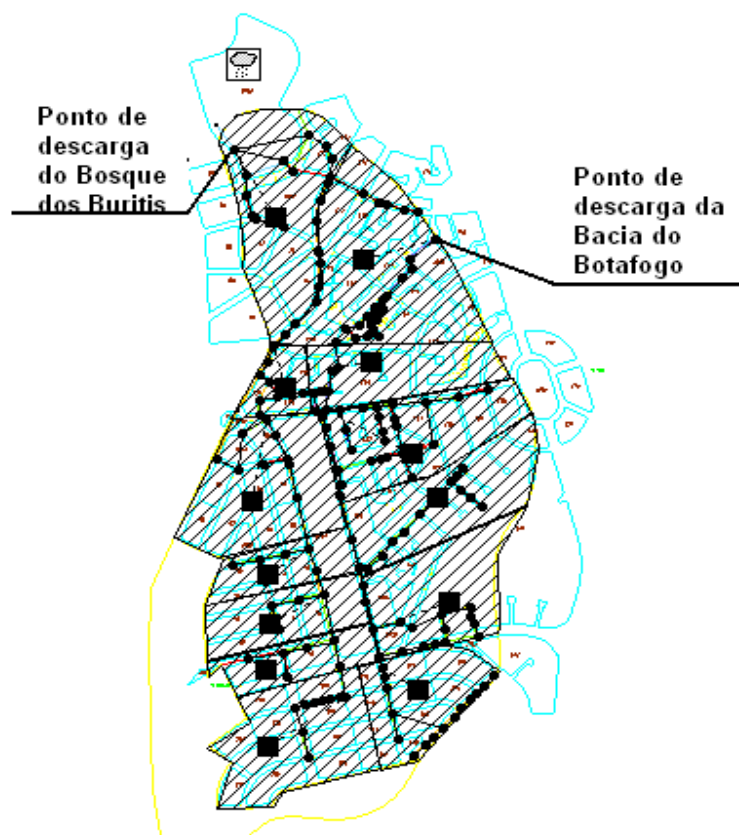


Figura 1 - Modelo da bacia utilizada na simulação



Figura 2: vista parcial de residências caracterizada

Na determinação da série temporal foi utilizada a equação de chuva, equação 1, desenvolvida por Costa e Brito (1999).

$$i = \frac{56,7928 * (T^{0,14710 + \frac{0,22}{T^{0,09}}})^{0,62740}}{(t + 24,8)^{0,974711}} \quad (1)$$

onde: T é o tempo de recorrência; t é o tempo de concentração.

O tempo de recorrência adotado foi de 2 anos; a intensidade foi calculada a cada minuto até 30 min, conforme o tempo de concentração encontrado para a bacia.

Com o objetivo de verificar a eficiência dos dispositivos no abatimento das vazões de pico, foram realizadas três simulações com modelos diferentes, sendo eles:

- Modelo SD13 – situação atual encontrada na bacia, sem nenhum dispositivo de controle;
- Modelo SD13B – Implantação de bacias de retenção nos lotes;
- Modelo SD13P - aumento de área permeável (30% em cada lote), conforme prevista na legislação municipal de uso do solo da cidade de Goiânia, Lei Complementar nº 031 de 29 de dezembro de 1994.

Depois de realizadas as simulações foram então procedidas análises e comparação dos resultados das vazões de cada modelo com o resultado encontrado para o primeiro modelo, SD13.

Para quantificar o impacto na redução das vazões de pico, obtido com a adoção dos dispositivos de controle, utilizou-se o parâmetro denominado eficiência. Este parâmetro foi definido, neste trabalho, como uma relação entre as vazões escoadas na bacia sem dispositivos e a situação da bacia com os dispositivos. Foi analisada a eficiência de cada dispositivo.

Para que fosse simulada a aplicação da bacia de retenção no modelo foi necessário anteriormente se calcular, manualmente, o volume requerido dessa bacia para cada lote e então concluído, através da quantidade total de lotes na bacia, o volume total de retenção para toda a bacia de contribuição. O valor encontrado foi inserido no campo do modelo que representa o acúmulo de água em depressões. Para o cálculo manual do volume das bacias de retenção foi adotado o método Tucci (1998).

3 RESULTADOS

Em termos de redução de vazão de pico, as bacias de retenção de lote dimensionadas para a chuva de 2 anos de TR foram eficientes apenas nos primeiros 13 min de chuva, não apresentando resultado significativo na redução da vazão de pico nem no tempo de retardo dessa vazão. Na simulação utilizando o modelo SD13P, aumento de área permeável, a comparação com os hidrogramas do SD13 e SD13B, demonstrou que esse modelo apresenta melhor eficiência na redução da vazão de pico quando comparado ao SD13B, porém também insuficiente para a redução de enchentes na área.

Na simulação SD13 no Bosque dos Buritis a vazão de pico ocorreu aos 19 minutos após o início da chuva, a vazão de pico foi de 5.477,49 L/s. Para a bacia do Córrego Botafogo, a vazão de pico ocorreu aos 22 minutos, com vazão de 8.696,03 L/s, enquanto que na simulações SD13B no Bosque dos Buritis a vazão de pico ocorreu aos 20 minutos após o início da chuva, a vazão de pico foi 5.265,99 L/s, uma redução aproximada de 3.86% quando comparado ao cenário SD13, retardo de sete minutos no início do escoamento e na bacia do Córrego Botafogo, a vazão de pico ocorreu aos 22 minutos, com vazão de 8.047,67 L/s, redução média de 8.12%. Na simulação SD13P vazão de pico ocorreu aos 19 minutos após o início da chuva assim como no cenário SD13 e no SD13B e foi de 5.145,4 L/s, uma redução aproximada de 6%. Para a bacia do Córrego Botafogo, a vazão de pico ocorreu aos 20 minutos, adiantada com relação a SD13, com vazão de 8.225,58 L/s, redução média de 5.41%, respectivamente. Conforme pode ser visualizado nos gráficos a seguir (Figuras 3 e 4).

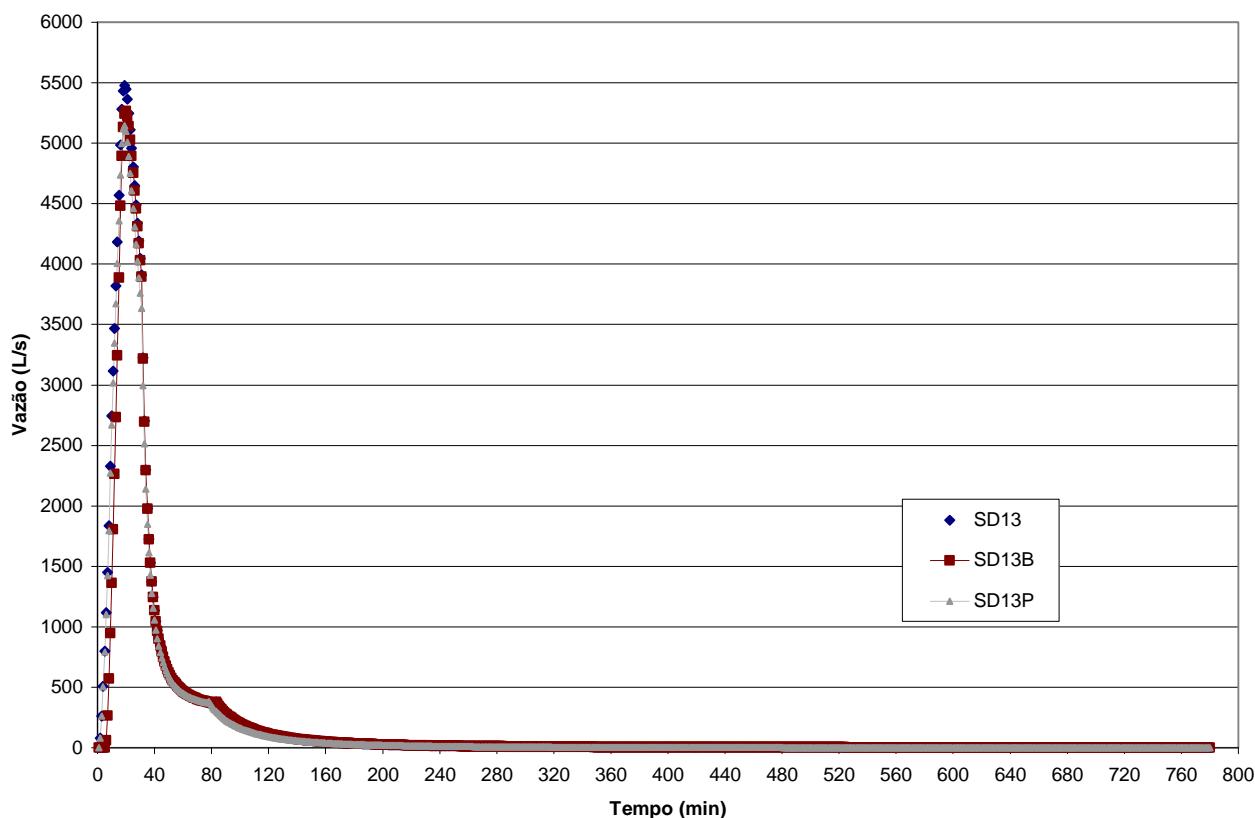


Figura 3.1: Hidrogramas para o Bosque dos Buritis

4 - CONCLUSÕES

Por meio das primeiras simulações foi possível observar que os dispositivos não apresentaram eficiência. Os gráficos ilustraram que o comportamento dos dispositivos foram relativamente homogêneo e a redução das vazões de pico e o retardamento no tempo de pico apresentou pouca ou nenhuma variação. Por fim, percebeu-se que esses dispositivos sozinhos não são suficientes no controle de enchente quando analisado para eventos de chuvas de média a grande intensidade. Mas cabe ressaltar que novas simulações serão realizadas com novos dispositivos de controle e com os dispositivos em conjunto. Através desses resultados será possível identificar a melhor solução na redução de enchentes em bacias urbanas.

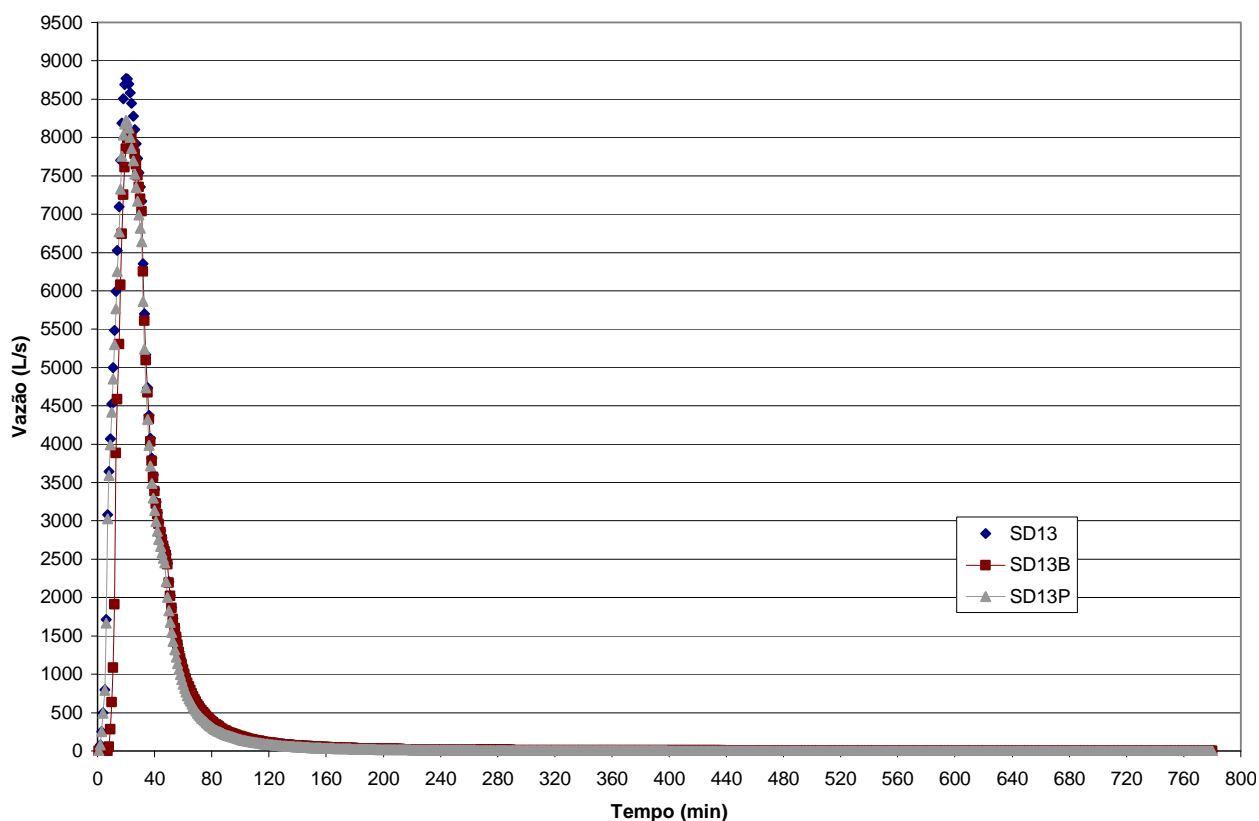


Figura 3.2: Hidrogramas para a Bacia do Botafogo.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho teve apoio da CNPq/CTHIDRO que concedeu bolsa de mestrado a primeira autora e subsidiou que propiciou auxílio financeiro para a execução da pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

COSTA, A. R; BRITO, V.F. (1999) *Equações de chuva para Goiás e Sul do Tocantins*. In: XIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, Belo Horizonte.CD.

WILKEN, P.S. (1978) *Engenharia de drenagem superficial*. São Paulo: CETESB, p.477..

HALL, K.J. *Urban Hydrology*. Essex: Elsevier, 1984.

GUO, J.C.Y. (1999) *Detention Storage Volume for Small Urban Catchments*. *Jornal of Water Resources Planning and Management*, Vol. 125 No. 6, pp. 380-382.

COMPANHIA DE PROCESSAMENTO DE DADOS DO MUNICÍPIO DE GOIÂNIA - COMDATA.
PREFEITURA MUNICIPAL DE GOIÂNIA. (2004) *Mapa Urbano Digital de Goiânia - MUBDG –*
Versão 18., Goiânia.

TUCCI, C.E.M. (1998) Estimativa do volume para controle da drenagem no lote. In: (*Drenagem urbana – gerenciamento, simulação, controle*). Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos; Ed. da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, pp. 155-163.