

SILVA, Karla Alcione da; FORMIGA, Klebber Teodomiro Martins. Avaliação do desempenho de bacias de retenção em uma bacia urbana na cidade de Goiânia através de simulação no modelo computacional SWMM – *Storm Water Management Model*. In: CONGRESSO DE PESQUISA, ENSINO E EXTENSÃO DA UFG – COMPEEX, 3.,2006, Goiânia. Anais eletrônicos do XIV Seminário de Iniciação científica [CD-ROM], Goiânia, UFG, 2006.5p.

AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DE BACIAS DE DETENÇÃO EM UMA BACIA URBANA NA CIDADE DE GOIÂNIA ATRAVÉS DE SIMULAÇÃO NO SWMM - STORM WATER MANAGEMENT MODEL

SILVA, Karla Alcione da; FORMIGA, Klebber Teodomiro M.
Universidade Federal de Goiás
karlaeng@pop.com.br

Palavras chave: drenagem urbana, inundações, bacia de retenção, simulação

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. 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. 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 com eventos de chuvas de média intensidade, transformando a região em um verdadeiro problema, com ruas alagadas, trânsito comprometido e insegurança para os transeuntes. Esta pesquisa consistiu na avaliação da eficiência das bacias de retenção na redução das enchentes nessa bacia, para isto foi realizada a propagação de escoamento, por meio do modelo computacional SWMM- *Storm Water Management Model*, esse modelo foi 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. Como qualquer modelo, a dificuldade do SWMM está relacionada, principalmente, aos *inputs* das variáveis, que dependem de dados de campo e séries históricas. Portanto, o trabalho de campo é indispensável. Neste trabalho foi realizada a simulação em toda a bacia de contribuição, primeiramente sem as bacias de retenção e posteriormente, por meio de nova simulação, foram inseridas parâmetros que simulassem as bacias de retenção. Através da simulação foi possível identificar a vazão total de escoamento e a eficiências da bacia de retenção na redução da vazão de pico e conseqüentemente na diminuição das enchentes.

SILVA, Karla Alcione da; FORMIGA, Klebber Teodomiro Martins. Avaliação do desempenho de bacias de retenção em uma bacia urbana na cidade de Goiânia através de simulação no modelo computacional SWMM – *Storm Water Management Model*. In: CONGRESSO DE PESQUISA, ENSINO E EXTENSÃO DA UFG – COMPEEX, 3.,2006, Goiânia. Anais eletrônicos do XIV Seminário de Iniciação científica [CD-ROM], Goiânia, UFG, 2006.5p.

2 METODOLOGIA

Para embasar o estudo foi escolhida uma região intensamente urbanizada localizada na cidade de Goiânia-Go. 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 1.612 lotes, com lotes maiores que 500m², em sua maioria com mais de 80% da área impermeabilizada e com pequeno número de áreas verdes. Inicialmente foi realizada a delimitação da área de forma manual utilizando os arquivos do Mapa Urbano Básico Digital de Goiânia (MUBDG) versão 18 de 2004. O MUBDG foi cedido pela Prefeitura Municipal de Goiânia através da Companhia de Processamento de Dados do Município de Goiânia (COMDATA). E esses arquivos 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. Para a realização do trabalho de caracterização da bacia de contribuição e coleta de dados de campo foi necessário eleger uma área de amostragem. A escolha dessa área abrangeu suas características de urbanização, composta por grandes residências, com maior parte de seus lotes com área quase totalmente impermeabilizada e também por sua localização com relação a toda a bacia, localizada na parte mais alta. Para o diagnóstico da área de amostragem foi necessário realizar vistorias nas residências. O resultado desse levantamento foi de extrema importância para a determinação de área permeável e impermeável de toda a bacia. Para a realização da simulação foi necessário que alguns parâmetros de entrada fossem inseridos no modelo, como por exemplo, dimensão da área, declividade, série temporal, comprimento, localização e diâmetros da rede, localização dos poços de visita (pv's), cotas dos pv's, profundidade do pv, porcentagem de área impermeável, comprimento do escoamento, coeficientes de Manning's e parâmetros da equação de infiltração, considerando que o primeiro passo é a inserção da área no modelo. Foi necessário ainda escolher alguns outros parâmetros do próprio modelo como, unidade a ser trabalhada, equação de infiltração, o modelo de escoamento, intervalo e duração da simulação. Inicialmente a bacia foi dividida em seis áreas obedecendo aos critérios de homogeneidade nessa divisão e o cálculo dessas áreas foi realizado no programa Auto Cad. Os dados referentes à localização de Poços de visitas, bem como a sua rede de drenagem urbana e os diâmetros dessa rede, foram conseguidos através de informações e mapas repassados por engenheiros do DERMU-COMPAV (Departamento de Estradas e Rodagens e Companhia de Pavimentação do Município de Goiânia). Os demais dados, como, comprimento da rede e cotas dos poços de visita foram obtidos com o auxílio do MUBDG por meio de recursos do programa Auto Cad. Para a determinação do tempo de concentração da bacia foram utilizados os métodos de Califórnia Culverts Practice, Carter e Desbordes, o resultado obtido através de cada uma das fórmulas foi muito similar. Para a determinação da série temporal foi utilizada a equação de chuva, equação 2.1, desenvolvida por Costa e Brito (1999).

SILVA, Karla Alcione da; FORMIGA, Klebber Teodomiro Martins. Avaliação do desempenho de bacias de retenção em uma bacia urbana na cidade de Goiânia através de simulação no modelo computacional SWMM – *Storm Water Management Model*. In: CONGRESSO DE PESQUISA, ENSINO E EXTENSÃO DA UFG – COMPEEX, 3.,2006, Goiânia. Anais eletrônicos do XIV Seminário de Iniciação científica [CD-ROM], Goiânia, UFG, 2006.5p.

$$i = \frac{56,7928 * (T^{0,14710 + \frac{0,22}{T^{0,09}}})^{0,62740}}{(t + 24,8)^{0,974711}} \quad (2.1)$$

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

O MUBDG contém curvas de nível de 5 em 5 metros, por isso foi necessário a interpolação linear para se obter o valor mais provável das cotas dos pv's. A porcentagem de área impermeável foi obtida tomando como referencia o levantamento realizado na área de amostragem e por meio de visualização na imagem de satélite. O coeficiente de Manning utilizado como dado de entrada no SWMM, foi adotado por meio da referencia de Tucci (2004). Onde foi adotado o valor de 0,013 para superfícies de asfalto e 0,020 para superfícies gramadas ou de pouca vegetação. Foi escolhida a equação de Horton para representar a infiltração e os parâmetros dessa equação foram obtidos através da referencia de Moura (2005), onde foram adotados os valores referentes a superfícies gramadas, sendo que a quase totalidade de áreas permeáveis da área de estudo é dessa tipologia de superfície. Foram encontrados os seguintes valores para superfícies gramadas.

$$I_0 = 120 \text{ mm/h}$$

$$I_b = 88 \text{ mm/h}$$

$$K = 25 \text{ h}^{-1}$$

$$R2 = 0,39$$

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 em um campo do modelo, Dstore, que representa o acumulo de água em depressões. O que realmente representa a dinâmica de uma bacia de retenção. Para o calculo manual do volume das bacias de retenção foi adotado o método do Prof. Muller – Neuhaus (1953). Onde também foi utilizada a equação de chuva (equação 2.1) e a fórmula racional (fórmula 2.3)

$$J = Q_a \cdot t_c \cdot K \quad (2.2)$$

em que: J é a capacidade necessária da bacia de retenção em m³; Q_a é a vazão afluente à bacia de retenção, em m³/s; t_c é o tempo de concentração até o local da bacia, em s; K é um fator que é função da relação de retenção ε, isto é, do quociente entre a vazão efluente e a vazão afluente, ou seja K = f (ε), onde:

SILVA, Karla Alcione da; FORMIGA, Klebber Teodomiro Martins. Avaliação do desempenho de bacias de retenção em uma bacia urbana na cidade de Goiânia através de simulação no modelo computacional SWMM – *Storm Water Management Model*. In: CONGRESSO DE PESQUISA, ENSINO E EXTENSÃO DA UFG – COMPEEX, 3.,2006, Goiânia. Anais eletrônicos do XIV Seminário de Iniciação científica [CD-ROM], Goiânia, UFG, 2006.5p.

$$Q = \frac{C \cdot i \cdot A}{3,6} \quad (2.3)$$

em que: Q é a vazão de escoamento do lote em em m³/s; c é o coeficiente de escoamento superficial; i é a intensidade da precipitação em mm/hora; A é a área do lote em km².

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A seguir são apresentados alguns dos resultados já obtidos com a realização das primeiras simulações. Portanto, os resultados estão ainda incompletos; somente será possível vislumbrar os valores definitivos após a realização das próximas simulações, que serão executadas observando uma outra divisão da área. O tempo de concentração encontrado para a área foi de aproximadamente 29 min. Através deste resultado foi possível concluir o intervalo do tempo de concentração a ser trabalhado adotando-se 3, 5, 8, 10, 13, 15, 18, 20, 23, 25,28 e 30, com tempo de recorrência de 2 anos e chegou-se então a serie temporal, que é um dos parâmetros mais importantes da simulação, tabela 3.1 A dimensão de cada uma das seis áreas divididas e suas respectivas porcentagens de área impermeável está apresentados na tabela 3.2.

Tabela 3.1 – Série temporal

Tempo de concentração-t (s)	Intensidade (mm/h)
3	155.50278
5	145.32144
8	132.35046
10	124.93098
13	115.25664
15	109.60764
18	102.11232
20	97.6665
23	91.68696
25	88.09602
28	83.21358
30	80.25204

Tabela 3.2 – Características das áreas

Área	Área (ha)	Área impermeável (%)
1	25.85	86.16
2	38.55	86.16
3	33.26	78.70
4	24.59	84.26
5	22.18	90.40
6	18.25	60.88

SILVA, Karla Alcione da; FORMIGA, Klebber Teodomiro Martins. Avaliação do desempenho de bacias de retenção em uma bacia urbana na cidade de Goiânia através de simulação no modelo computacional SWMM – *Storm Water Management Model*. In: CONGRESSO DE PESQUISA, ENSINO E EXTENSÃO DA UFG – COMPEEX, 3.,2006, Goiânia. Anais eletrônicos do XIV Seminário de Iniciação científica [CD-ROM], Goiânia, UFG, 2006.5p.

A simulação demonstrou uma vazão máxima de escoamento para a situação sem as bacias de retenção de 44.845,17 L/s. A simulação com as bacias de retenção de 3m³ instaladas em cada lote resultou em um resultado de vazão máxima de 44.759,55 L/s, ambos com pico aos 27 min após o início da chuva Comparando os resultados conclui-se que a bacia de retenção foi eficiente apenas nos primeiros 18 minutos de chuva, com uma variação entre 54,88% e 12,59%. No entanto, a partir disso a redução na vazão não apresentou resultados significativos, chegando a 0% de redução da vazão. Além de não alterar no tempo de pico a redução dessa vazão de pico não chegou a 1% .

4 CONCLUSÃO

Conclui-se, portanto, através dessa primeira simulação que as bacias de retenção não apresentaram a eficiência esperada. Mas cabe ressaltar que novas simulações serão realizadas e que será avaliada a eficiência desse dispositivo tanto para a área toda como também para pequenas parcelas dessa área; por meio desse resultado será possível realizar a comparação da eficiência desse dispositivo em grandes e pequenas áreas.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

COSTA, A. R; BRITO, V.F. Equações de chuva para Goiás e Sul do Tocantins. In: XIII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, Belo Horizonte, 1999.CD.

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

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

TUCCI, C.E.M. (Org.). *Hidrologia: ciência e aplicação*. 3 ed. Porto Alegre: Ed. da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2004.

URBONAS, B; ROESNER, L. A. *Hydrologic Design for Urban Drainage and Flood Control*. In: GUO, J.C.Y. *Detention Storage Volume for Small Urban Catchments*. JOURNAL OF WATER RESOURCES PLANNING AND MANAGEMENT,1999.

MOURA, T.A.M. Estudo experimental de superfícies permeáveis para o controle do escoamento superficial em ambientes urbanos. Dissertação(Mestrado) – Universidade de Brasília (UNB), Brasília, 2005.

Mapa Urbano Digital de Goiânia - MUBDG – Versão 18. Companhia de Processamento de Dados do Município de Goiânia (COMDATA), Goiânia, 2004.