DIMENSIONAMENTO DE RESERVATÓRIOS DE DETENÇÃO DOMICILIARES EM SUB-BACIA URBANA: ESTUDOS PRELIMINARES

Gustavo Velloso da Matta [1]; Luciana Peixoto Amaral [2]; Lilia Maria de Oliveira [3]*

Resumo – Os problemas de escassez de água potável têm ocorrido com frequência nas cidades brasileiras, ocasionados, principalmente, pelo desenvolvimento desordenado das cidades, pelo crescimento populacional e pelo aumento da demanda de água pela indústria, provocando o esgotamento das reservas naturais de água. Além disso, como consequência direta da impermeabilização das bacias urbanas está o acréscimo das vazões de pico e do volume escoado superficialmente, tornando necessárias obras de ampliação do sistema de drenagem que, muitas vezes, tornam-se impraticáveis dados os altos custos e limitações físicas. Como tentativa de solucionar e/ou amenizar esse problema, uma das possibilidades é o uso de reservatórios domiciliares de armazenamento da água de chuva como uma medida estrutural de controle de vazões do escoamento superficial urbano, contribuindo para o amortecimento das enchentes urbanas, devido à redução das vazões de pico afluente às galerias de águas pluviais. O objetivo deste trabalho é identificar, através de simulações hidrológicas, as dimensões ótimas dos reservatórios e dos dispositivos de saída, para uma sub-bacia urbana da cidade de Belo Horizonte.

Palavras-Chave – Reservatórios de detenção domiciliares, hidrograma, drenagem urbana.

SIZING OF DOMESTIC DETENTION RESERVOIRS IN URBAN SUB-BASIN: PRELIMINARY STUDIES

Abstract – The scarcity of drinking water have occurred frequently in Brazilian cities, caused mainly by the disorderly development of cities by population growth and increased demand for water by industry, causing the depletion of natural water. Moreover, as a direct consequence of sealing of urban watersheds is the increase in peak flow and volume of surface runoff, making necessary expansion works of the drainage system that often become impractical given the high cost and physical limitations. As an attempt to solve this problem, one possibility is the use of home storage reservoirs of rainwater as a structural measure of control flows of urban runoff, contributing to the attenuation of urban flooding due to reduced peak flows tributary to the storm sewer. The objective of this work is to identify, through hydrological simulations, the dimensions of the great reservoirs and output devices, for a sub-basin of the town of Belo Horizonte.

Keywords – Domestic detention reservoirs, hydrograph, urban drainage.

[1] Graduando em Engenharia Ambiental e Sanitária. Departamento de Ciência e Tecnologia Ambiental. Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET/MG). Belo Horizonte/MG – Brasil. velloso.gustavo@gmail.com.
[2]* Professora do Departamento de Ciência e Tecnologia Ambiental. Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET/MG). Av. Amazonas, 5253, Bairro: Nova Suíça, Belo Horizonte/MG, CEP. 30480-000, Fone: (31) 3319-7120. Belo Horizonte/MG – Brasil. lupeixoto@deii.cefetmg.com.br
[3] Professora do Departamento de Ciência e Tecnologia Ambiental. Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET/MG). Belo Horizonte/MG – Brasil. lilia@deii.cefetmg.com.br

INTRODUÇÃO

Os países em desenvolvimento, dentre eles o Brasil, vêm sofrendo com uma rápida expansão populacional e com a precária infraestrutura de drenagem, advindos da inexistência de planos a médio e longo prazo, da utilização precária de medidas não estruturais, da manutenção inadequada dos sistemas de controle de cheias ou da falta de conscientização da população local. Tais problemas constituem nos principais causadores das inundações nas grandes cidades (Braga, 1994 *apud* Canholi, 2005).

O problema de controle de enchentes é função basicamente do aumento nos picos das vazões que, por consequência, é função do acréscimo do volume escoado e da relação do tempo da bacia (Tucci e Marques, 2005).

Segundo Nascimento *et al.* (1999), as soluções clássicas não consideram os impactos de novas urbanizações sobre antigas áreas urbanizadas, a jusante, nem integram a perspectiva de futuros desenvolvimentos urbanos a montante da área em implantação. Em resumo, os sistemas convencionais de drenagem urbana têm como premissa a condução das águas pluviais para jusante das áreas urbanizadas, realizando seu lançamento em algum corpo receptor. Dessa forma, as vazões de pico são ampliadas, causando inundações, além do aumento das concentrações de poluentes lançados nos corpos d'água.

As modernas concepções para a drenagem urbana, conhecidas como sistemas compensatórios ou alternativos, surgiram a partir da verificação da ineficiência dos sistemas de drenagem existentes, resultantes dos processos de urbanização desordenada. Além disso, a crescente busca da valorização do meio ambiente, inserido nos meios urbanos, descarta as soluções de planejamento que se subordinam a uma visão de emergência ou de urgência, imediatista, ou então meramente tecnicista e desvinculada do contexto econômico e social. Ao contrário dos sistemas convencionais, os sistemas alternativos baseiam-se na infiltração e/ou na retenção das águas de chuva, propiciando um menor volume de escoamento superficial das águas e uma melhor distribuição das vazões no tempo.

Para Castro (2007), essa nova concepção de drenagem urbana também pode ser denominada compensatória, uma vez que busca neutralizar os efeitos da urbanização sobre os processos hidrológicos, beneficiando a qualidade de vida e a preservação ambiental.

Ainda de acordo com Nascimento *et al.* (1999), as soluções alternativas de drenagem têm sido concebidas tendo em vista um tratamento dos excedentes de água gerados pela impermeabilização em diferentes escalas espaciais e, sempre que possível, próximo à fonte geradora. Elas incluem, entre outras, as seguintes técnicas: armazenamento em coberturas, reservatórios domiciliares, planos e poços de infiltração, na escala da parcela (lote ou quarteirão), pavimento poroso, trincheiras de infiltração, e bacias de detenção secas ou com espelho d'água, à superfície ou enterradas.

Neste contexto, foram realizados estudos preliminares com o objetivo de identificar, através de simulações hidrológicas, as dimensões ótimas de reservatórios de detenção domiciliares e dos dispositivos de saída, buscando reduzir as vazões de pico a jusante de uma sub-bacia urbana da cidade de Belo Horizonte.

METODOLOGIA

Esta pesquisa trata-se de um estudo preliminar da aplicação de microrreservatórios de armazenamento de água de chuva em lotes, com a simulação de uma quadra, da sub-bacia do Córrego Ressaca, localizada em área urbanizada da cidade de Belo Horizonte.

As características dos microrreservatórios de detenção foram determinadas através de uma revisão bibliográfica para a escolha de valores plausíveis para o volume, bem como suas dimensões; e a área dos dispositivos de saída de água. Como estudos preliminares, simularam-se os efeitos de cada parâmetro sob o pico de vazão do hidrograma afluente na quadra estudada, que consiste em um quarteirão localizado no bairro Santa Terezinha (Belo Horizonte) o qual possui um histórico de inundações, com uma área de 0,02 km^2.

Na simulação hidrológica, foi utilizado o modelo HEC-HMS (*Hydrologic Engineering Center - Hydrologic Modeling System*), desenvolvido pelo *Hydrologic Engineering Center do Corps of Engineers* do exército americano e disponibilizado gratuitamente.

Os dados de entrada para o modelo foram: a) hidrológicos: curvas PDF, obtidas da análise de chuvas intensas da região de Belo Horizonte, período de retorno, distribuição das chuvas; b) áreas e características dos lotes: a quadra é constituída por zonas residenciais com lotes de 400 m² em média (92%), terrenos em más condições (8%) e ruas; c) valores de CN: adotado igual a 85 para todos os lotes de residências e 98 para as ruas (Tucci, 2004 *apud* Silva, 2009); e d) características dos microrreservatórios.

O método escolhido para simular a área de estudo foi o SCS desenvolvido pelo National Resources Conservatoin Center dos EUA (antigo Soil Conservation Service – SCS), devido ao seu reduzido número de parâmetros e a relação existente entre os parâmetros e características físicas da bacia (Tucci, 1998).

RESULTADOS

Foram realizadas simulações considerando o período de retorno 2 anos para chuvas de duração de 10 minutos, analisando:

a) Volume e altura dos microrreservatórios:

O volume foi avaliado em conjunto com a altura do microrresservatório, associando-se uma área da base a esta. Na revisão bibliográfica sobre o volume do dispositivo de detenção, foi escolhido um valor médio de 1,6 m^3 entre os sugeridos por outros autores: 2,5 m³ (Cruz, 1998); 0,5 m³ (Schilling, 1982 apud Agra, 2001); 1,26 m³ (Agra, 2001); e 2,14 m³ (Genz, 1992 apud Agra, 2001). Para testar se este seria realmente um valor eficiente para o volume, modelou-se no programa HEC-HMS outros dois valores de volume, variando-se a área da base e altura do microrreservatório.

A escolha da altura baseou-se numa comparação do estudo de Tassi e Villanueva (2003), o qual determina uma altura de 0,6 m para este dispositivo e o valor arbitrário de 3 m. Sabe-se que o uso de pequenas alturas se justifica, uma vez que esta escolha evitaria possíveis problemas com a interferência na rede de esgoto e presença de lençóis freáticos, portanto o valor arbitrário de 3 m só

foi utilizado para se identificar se grandes alturas trariam melhores armazenamentos, mas não seria utilizado caso mostrasse esta eficácia.

No Gráfico 1 é apresentado o hidrograma de saída da quadra em estudo, variando o volume dos microrreservatórios. Utilizaram-se 10 microrreservatórios na quadra e adotou-se o valor de 20,3 cm² para a área do orifício de saída do dispositivo.

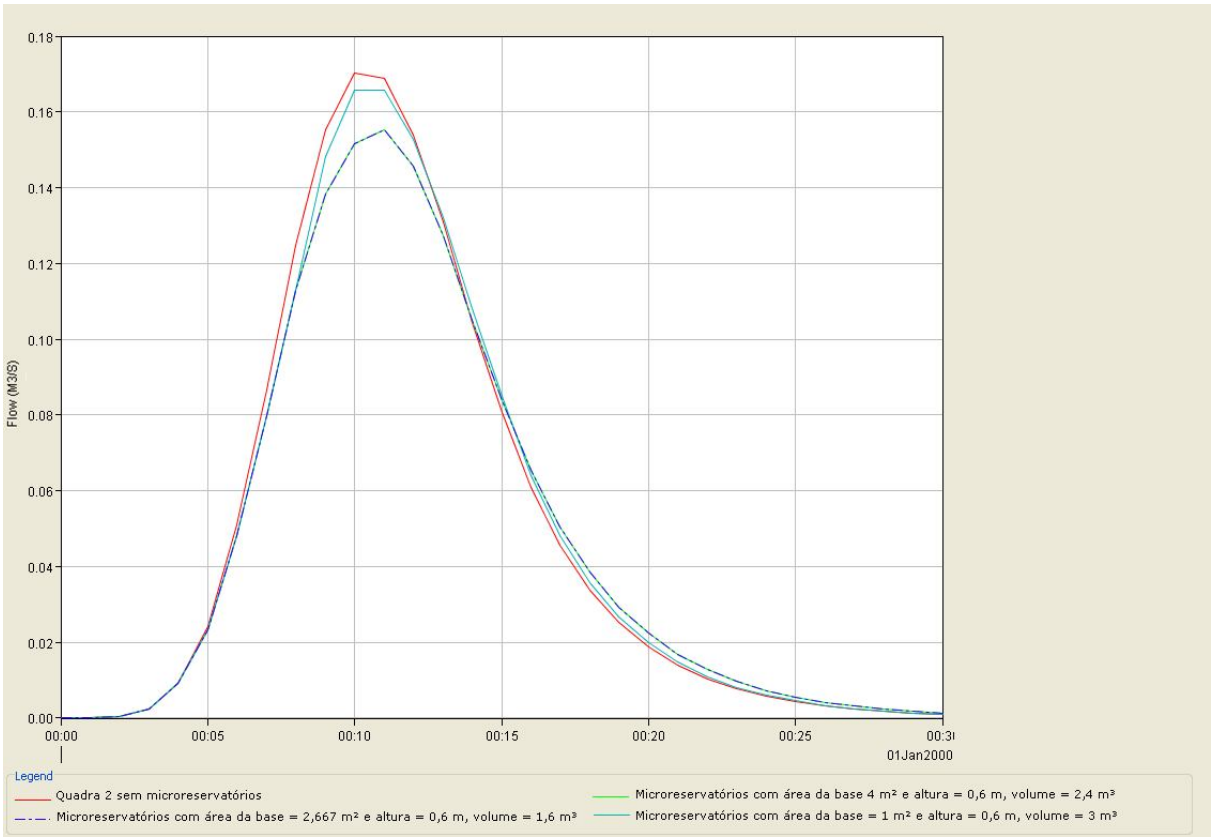

Gráfico 1. Hidrograma de saída da sub-bacia, variando o volume dos reservatórios.

Houve uma redução de 0,0044 m^3/s (2,61%) na vazão de pico quando utilizados reservatórios com área da base igual a 1 m² no quarteirão e redução de 0,015 m^3/s (8,72 %) na vazão de pico quando utilizados reservatórios com área da base igual 4 m² e 2,667 m².

b) Área do dispositivo de saída dos microrreservatórios:

Escolheu-se um orifício circular como dispositivo de saída, tal como sugerem Schilling (1982) *apud* Agra (2001) e Tassi e Villanueva (2003). Os valores 25,1 cm², 24,4 cm² e 16,6 cm² (Agra, 2001); 3,14 cm² e 20,3 cm² (valores hipotéticos) foram utilizados nas simulações. Nos Gráficos 2 a 4 são apresentados, respectivamente, o hidrograma de saída com a utilização dos 10 microrreservatórios com as diferentes áreas dos dispositivos de saída, e as curvas de armazenamento e de vazão efluente em um dos microrreservatórios.

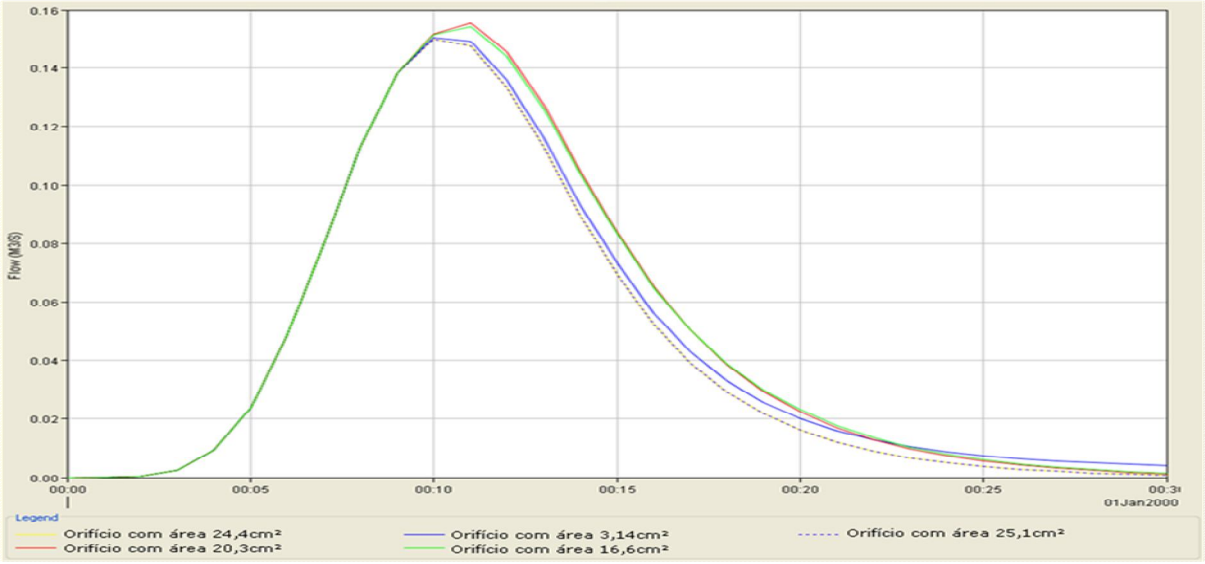

Gráfico 2. Hidrograma de saída da sub-bacia, analisando a área do orifício.

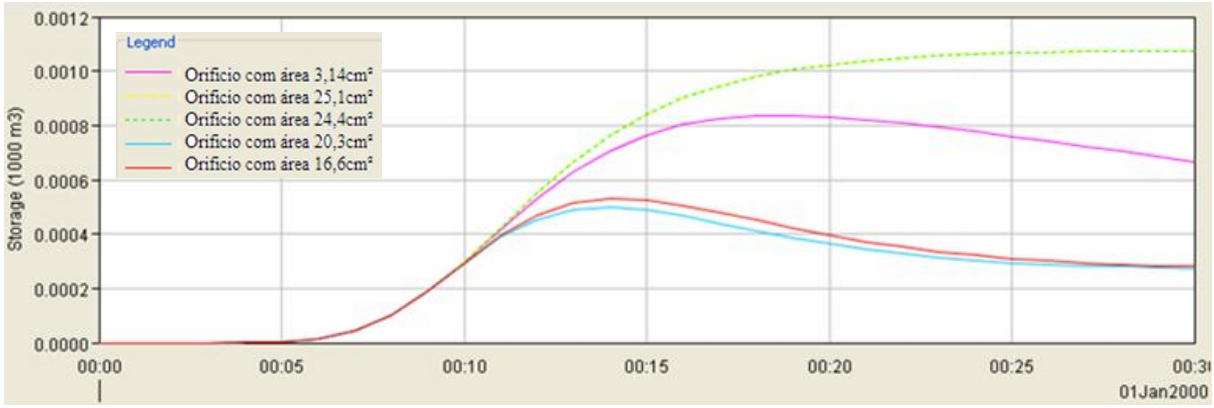

Gráfico 3. Armazenamento de um microrreservatório localizado na sub-bacia.

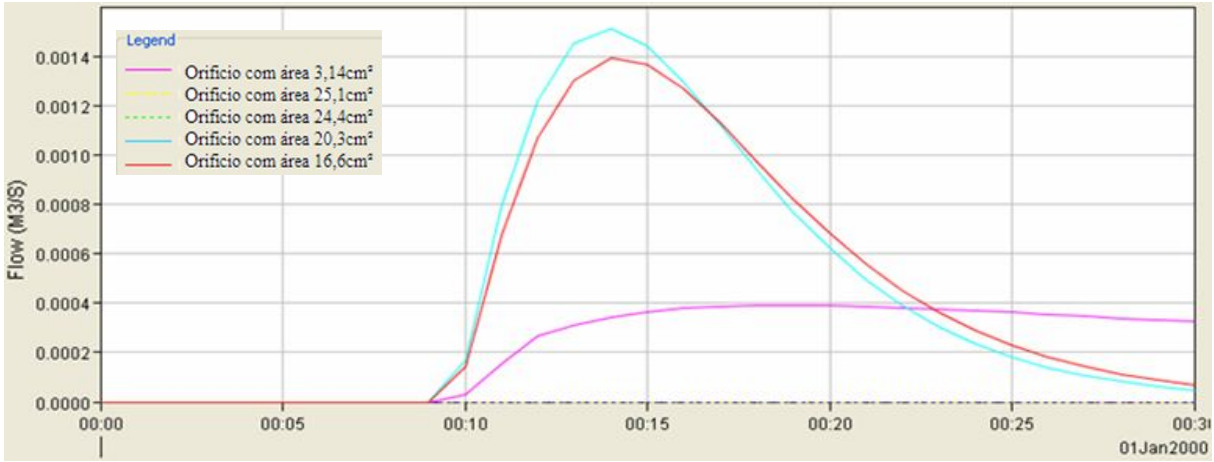

Gráfico 4. Vazão efluente ao dispositivo de saída de um microrreservatório localizado na sub-bacia.

Como pode ser observado no Gráfico 2, todos os orifícios proporcionaram um pico de hidrograma com valores muito próximos. Analisando as curvas de armazenamento e de vazão efluente dos orifícios, observa-se que o orifício com área 16,6 cm² apresenta um maior pico de armazenamento e menor pico de escoamento quando comparado ao orifício de 20,6 cm². Os demais orifícios não foram escolhidos por causarem um tempo de detenção muito grande.

Portanto, as características ótimas dos microrreservatórios são: volume de 1,6m³, altura: 0,6m e área e formato do dispositivo de saída: um único orifício circular de 16,6cm².

No Gráfico 5 é mostrada a redução da vazão de pico, de 0,015 m^3/s (8,72 %), considerando o uso de 10 microrreservatórios com as características acima, dispostos na quadra em estudo.

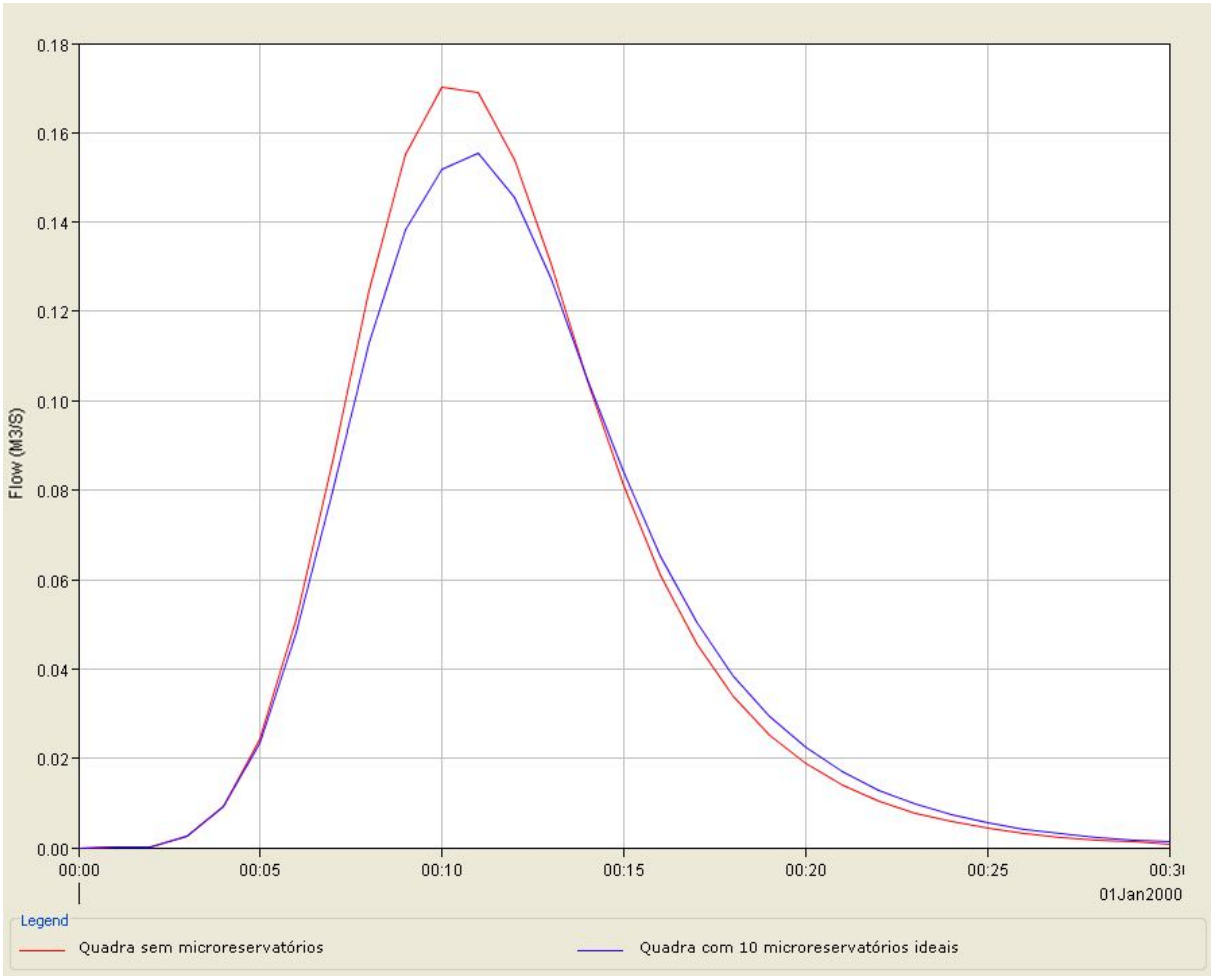

Gráfico 5. Hidrograma de saída da sub-bacia.

CONCLUSÕES

Os valores obtidos para as dimensões dos reservatórios domiciliares e dos orifícios nesta pesquisa são autamente plausiveis para a quadra em estudo, porém outras condições, como regime de chuvas, área de abrangencia da sub-bacia e o relevo, vão determinar sua funcionalidade e aplicabilidade.

Os resultados dos efeitos dos microrreservatórios na sub-bacia em estudo foram dados para apenas um tempo de retorno e uma duração de chuva. Contudo, na continuidade da pesquisa serão avaliados os impactos dos reservatórios variando esses parâmetros, bem como a área de abrangência.

Os microrreservatórios de detenção domiciliares são, ainda, uma ferramenta de controle de enchentes pouco estudada. A Austrália é um dos poucos países que possuem a tecnologia bem difundida, no Brasil sua utilização é completamente viável, uma vez que estudos brasileiros já comprovam esta viabilidade. Em trabalhos futuros é recomendável que se adotem áreas urbanas com maiores áreas impermeabilizadas para que se possa avaliar melhor os efeitos dos microrreservatórios e uma eficiência destes dispositivos.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à FAPEMIG e ao CEFET/MG pelo apoio financeiro por meio da bolsa de iniciação científica PIBIC concedida ao primeiro autor.

REFERÊNCIAS

AGRA, S. G. (2001). *Estudo experimental de microrreservatórios para controle do escoamento superficial* (Dissertação de Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental, Instituto de Pesquisas Hidráulicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

BRAGA, B. D. F. (1994). Gerenciamento Urbano Integrado em Ambiente Tropical. In: *Seminário* de Hidráulica Computacional Aplicada a Problemas de Drenagem Urbana, ABRH, São Paulo, SP, Brasil.

CANHOLI, A. P. (2005). *Drenagem urbana e controle de enchentes*. São Paulo: Oficina de Textos, 302 p.

CASTRO, L. M. A. (2007). *Proposição de metodologia para a avaliação dos efeitos da urbanização nos corpos de água* (Tese de Doutorado). Programa de Pós-graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos, DESA, UFMG, Belo Horizonte/MG, 305p.

CRUZ, M. A. S. (1998). *Controle do Escoamento no Lote com Detenção* (Dissertação de Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental, Instituto de Pesquisas Hidráulicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre/RS, 134p.

GENZ, F. (1994). *Parâmetros para a previsão e controle de cheias urbanas* (Dissertação de Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental, IPH/UFRGS, Porto Alegre/RS, 180p.

NASCIMENTO, N. O.; BAPTISTA, M. B.; VON SPERLING, E. (1999). Problemas de Inserção Ambiental de Bacias de Detenção em Meio Urbano. In: *Anais* do 20º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, Rio de Janeiro, pp. 1-9.

SCHEILLING, Wolfgang (1982). Cisterns against storms. In *Urban systems drainage.* Org por *Featherstone*, R.E., James, A. Computation Mechanics Centre, London, pp. 4.49-4.60.

SILVA, R. I. (2009). *Evolução da urbanização e seus efeitos no escoamento superficial na bacia do riacho Reginaldo* (Dissertação de Mestrado). Programa de Pós Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento da Universidade Federal de Alagoas, Maceió/AL, 89p.

TASSI, R.; VILLANUEVA, A. O. N. (2003). Efeito do controle na fonte sobre a macrodrenagem. In: *Anais* do XV Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, Desafio à Gestão da Água no limiar do século XXI, Curitiba, Nov. 2003, pp. 1-8.

TUCCI, C. E. M. (1998). *Modelos hidrológicos.* Ed. Universidade/UFRGS/Associação Brasileira de Recursos Hídricos, Porto Alegre, 669p.

TUCCI, C. E. M. (2004). *Hidrologia Ciência e Aplicação*. Editora da UFRGS/ABRH, 3ª edição, Porto Alegre, 943 p.

TUCCI, C. E. M.; MARQUES, D. M. L. da M. (2005). *Avaliação e controle da drenagem urbana.* Editora da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Volume 1, Porto Alegre, 558p.