

AVALIAÇÃO DA IMPLEMENTAÇÃO CONJUNTA DE TELHADOS VERDES E MICRORRESERVATÓRIOS DOMICILIARES EM ÁREA URBANA DE BELO HORIZONTE – MG

Gustavo Velloso da Matta¹ ; Luciana Peixoto^{2}*

Resumo – O objetivo principal deste estudo foi identificar e analisar o impacto (de caráter hidrológico) da implantação conjunta de microrreservatórios de retenção domiciliares e telhados verdes em uma quadra urbanizada no município de Belo Horizonte. Foram simulados quatro cenários, para verificar a eficiência dos dispositivos: telhados verdes (TVs) e microrreservatórios (MRs), isolada e conjuntamente, além de sua não implementação. Utilizou-se o programa HEC-HMS (2000) na simulação hidrológica de uma quadra composta por vinte e quatro lotes. A redução na vazão de pico ao comparar-se o Cenário I (sem quaisquer dispositivos de controle do escoamento superficial) com o Cenário IV (com a utilização conjunta dos TVs e MRs) foi equivalente a um valor de 0,295 m³/s (295 L/s), correspondendo a uma redução de 46,4 % na vazão de pico produzida na quadra. Os resultados obtidos foram considerados satisfatórios e condizentes com demais estudos encontrados na literatura.

Palavras-Chave – Microrreservatório. Telhado Verde. Controle de Enchentes.

ASSESSMENT OF THE JOINT IMPLEMENTATION OF GREEN ROOFS AND MICRO-RESERVOIR DOMICILIARES IN URBAN AREA OF BELO HORIZONTE - MG

Abstract – The main objective of the study was to identify and analyze the impact (of hydrological character) of the joint implementation of micro reservoir and green roofs in blocks of an urban area in the city of Belo Horizonte. Four scenarios were simulated, to get a sense of the devices efficiency: green roofs and micro reservoir, isolated and collectively, and non-use. The HEC-HMS program (2000) was used in the hydrological simulation of a block composed of twenty-four lots. The reduction in peak flow when Scenario I (without any runoff control devices) was compared with Scenario IV (with the combined use of the TVs and MRs) was equivalent to a value of 0.295 m³/s (295 L/s), corresponding to a 46.4% reduction in the peak flow produced on the court. The results obtained were considered satisfactory and consistent with other studies found in the literature.

Keywords – Micro-reservoir. Green Roofs. Flood Control.

¹ Engenheiro Ambiental e Sanitarista, aluno do curso de Pós-graduação EAD em Engenharia de Segurança do Trabalho, Universidade Cândido Mendes (UCAM). gvm.ambiental@gmail.com

² Professora do Departamento de Ciência e Tecnologia Ambiental, Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG), lupeixoto_04@yahoo.com.br

* Autora Correspondente

INTRODUÇÃO

Dentre os principais problemas hidrológicos relacionados à urbanização, segundo Tucci e Marques (2005), estão o aumento das áreas impermeáveis e as modificações do sistema de drenagem que podem vir a causar, respectivamente, o acréscimo no volume escoado e o aumento na velocidade de escoamento, levando a um consequente aumento das vazões de pico.

A consequência direta da impermeabilização das bacias hidrográficas é o aumento das vazões de pico e do volume de escoamento superficial, o que torna cada vez mais necessárias obras de ampliação do sistema de macro drenagem. Como tentativa de solucionar esse problema, uma das possibilidades é o uso de reservatórios domiciliares e telhados verdes, uma vez que nos grandes centros urbanos há limitação física para grandes obras hidráulicas de retenção.

É interessante que se combata a questão das enchentes em nível de lotes, ou seja, na fonte, de forma a não transferir o problema para as redes de drenagem da cidade. A tentativa baseia-se em transformar as condições após urbanização em situação semelhante à pré-urbanização. Dessa forma, as medidas não convencionais como os telhados verdes (TVs), microrreservatórios de retenção domiciliares (MRs), ou mesmo os pavimentos permeáveis, vêm sendo utilizados para restituir o regime hidrológico natural do local (Rathke, 2012).

Neste sentido, este estudo tem como principal objetivo identificar e analisar o impacto hidrológico da implantação conjunta de microrreservatórios de retenção domiciliares e telhados verdes em quadras de áreas urbanizadas no município de Belo Horizonte – MG.

ÁREA DE ESTUDO

A partir do estudo da Carta de Inundação da Cidade de Belo Horizonte, fez-se um levantamento das áreas potencialmente inundáveis. Foi escolhida como área de aplicação desta pesquisa a área constituída por um conjunto de lotes (Figura1) em um bairro urbanizado de Belo Horizonte – MG, com histórico recorrente de inundações.

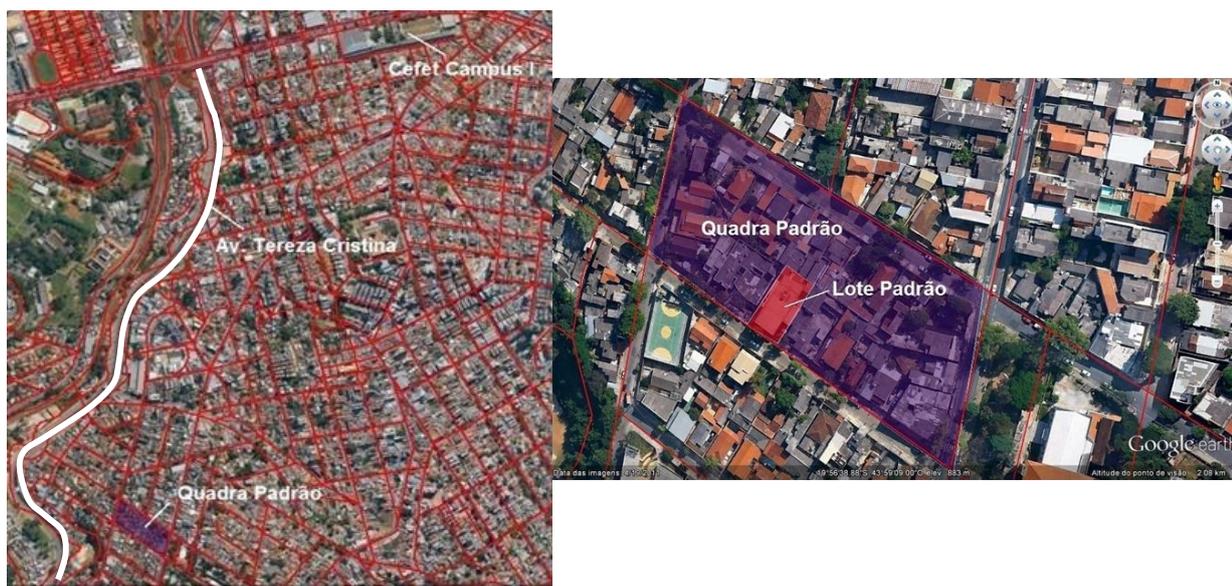


Figura 1- Localização da quadra e lote padrão.

A área em destaque, a quadra padrão adotada nesse estudo, apresenta aproximadamente 14.000 m², sendo dividida em 24 lotes padrões de 580 m² cada, aproximadamente.

MATERIAIS E MÉTODOS

Estudo hidrológico

Para a simulação hidrológica das técnicas compensatórias de drenagem em estudo fez-se necessário um estudo hidrológico da área de contribuição. Um dos dados de entrada do programa HEC-HMS é a chuva de projeto. No dimensionamento de uma estrutura hidráulica, estima-se uma chuva com duração t e tempo de retorno TR , que fornece a altura pluviométrica máxima para essa duração, por meio de uma curva IDF. Para áreas muito pequenas, admite-se que essa precipitação terá intensidade constante durante toda a duração t .

A obtenção da curva IDF se dá por análise estatística de séries longas de dados de uma estação pluviográfica. Foi utilizada, neste estudo, a equação IDF proposta por Pinheiro (1997) para a Região Metropolitana de Belo Horizonte – MG.

Neste trabalho, optou-se pelo Método de Huff para obtenção da distribuição temporal das precipitações, com o uso do software CHUEFET4, pois o modelo HEC-HMS necessita de blocos de chuva. Os dados de entrada para o método de Huff são: a duração da chuva em horas, o total precipitado em milímetros, o período de retorno das chuvas em anos, o número de blocos de chuva.

Dimensionamento dos microrreservatórios

Após o estudo hidrológico, realizou-se o dimensionamento dos microrreservatórios. Dentre as restrições apresentadas por Andrade Filho et al. (2000) estão a profundidade da rede pluvial e o nível do lençol freático, de maneira que um reservatório, enterrado, localizado abaixo da rede pluvial não seria um projeto viável, na medida que poderia incorrer em complicações desnecessárias como a sua incapacidade de escoar por gravidade o volume armazenado, além de ter maior chance de atingir o lençol freático, o que, na maioria dos casos inviabilizaria a sua instalação. Portanto, visando uma forma evitarem-se tais problemas, foram testados dispositivos com alturas menores ou iguais a 1 metro. Em outro estudo (CRUZ, 1998), verifica-se o uso de alturas iguais a 0,6 metros. Os valores 0,6 m e 1,0 m foram, portanto, os escolhidos para os testes de dimensionamento dos MRs, que ocorreu em um lote padrão, de forma que se considerou cada dispositivo enterrado em cada lote.

Considerou-se, ainda, que o orifício de saída estaria situado a uma altura de 10 cm do fundo dos MRs, com o intuito de não obstruir facilmente na presença de sedimentos. Os volumes escolhidos para os testes de dimensionamento apresentaram uma variação de 0,6 m³ a 2,5 m³, valores que se assemelham bastante aos utilizados por Schilling (1982), Gens (1994) e Cruz (1998).

Nesta etapa, testaram-se as diferentes características dos MRs de forma a verificar qual dispositivo acarretaria numa maior redução na vazão de pico do volume escoado superficialmente no lote padrão.

Os dispositivos de retenção testados possuíam diâmetros nominais (DN) do orifício de saída que variavam de 0,025 mm; 0,032 mm; 0,04 mm; 0,05 mm; 0,063 mm; 0,075 mm; 0,90 mm a 0,110 mm, uma vez que se objetivava avaliar o armazenamento ao utilizar-se uma grande variedade de diâmetros comerciais.

Simulações hidrológicas com os dispositivos de drenagem pluvial

Após o dimensionamento dos MRs, realizaram-se simulações de quatro cenários, na quadra padrão, com 24 lotes totalmente impermeabilizados, são eles:

- **Cenário I:** sem quaisquer dispositivos de controle do escoamento superficial;
- **Cenário II:** com a utilização de MRs (1 em cada lote);
- **Cenário III:** com a utilização de TVs (1 em cada lote), cujas áreas representavam o equivalente a 50% do terreno de cada lote;
- **Cenário IV:** com a utilização conjunta dos TVs e MRs presentes nos Cenários II e III.

Neste trabalho, a simulação hidrológica foi configurada utilizando os métodos apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 - Métodos utilizados nas simulações.

| PARÂMETRO | MÉTODO |
|-------------------------------|--|
| Precipitação | Fornecimento de uma chuva de projeto (Método dos Blocos Alternados) para obter-se um hietograma específico para cada sub-bacia do modelo |
| Escoamento superficial | Método SCS – Curver Number |
| Amortecimento em reservatório | Fornecimento de Curvas Armazenamento x Vazão |

O período de retorno (TR) e a duração da chuva utilizados foram 10 anos e 10 minutos, respectivamente. Adotou-se que cada lote encontra-se totalmente impermeabilizado por telhados e áreas asfaltadas (CN igual a 98).

Os TVs possuíam, arbitrariamente, uma área de 290 m², equivalente à metade da área do lote padrão. No modelo utilizado (HEC-HMS), diferentemente dos MRs, que tem entrada como reservatórios e dependem de uma curva de armazenamento em função da vazão que passa pelo orifício de saída do dispositivo, os TVs são equivalentes a minúsculas bacias hidrográficas com um CN associado de valor 83.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Inicialmente, para o dimensionamento dos MRs utilizou-se um lote padrão com um dispositivo instalado. Para o tempo de retorno de 10 anos e duração da chuva igual a 10 minutos, todos os MRs cuja altura era 0,6 metros falharam, indicando que o dispositivo não suportou

armazenar o volume de chuva. Como neste estudo procurou-se utilizar reservatórios que armazenassem todo volume e liberassem-no através de um único orifício, apenas os MRs com diâmetro do orifício igual a 0,110 metros foram suficientes para o armazenamento.

Dentre os dispositivos simulados, destacou-se o dispositivo com área da base igual a 3,48 m² e altura igual a 1 m (3,48 m³ de volume), que apresentou um melhor amortecimento da onda de cheia e maior redução do pico de vazão escoada superficialmente para o lote em estudo.

Os resultados de redução da vazão de pico do escoamento superficial na quadra padrão quando comparados os Cenários II, III e IV com o Cenário I são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 – Percentual da redução da vazão de pico.

| Cenários | Redução da vazão de pico do escoamento superficial em comparação ao Cenário I (%) |
|----------|---|
| II | 18,5 |
| III | 39,1 |
| IV | 46,4 |

Na Figura 2 é mostrada a vazão escoada superficialmente pelo ponto exutório da quadra padrão em função de um período de 60 minutos. Percebe-se claramente um amortecimento da onda de cheia ao utilizarem-se as medidas de controle na microdrenagem.

O melhor resultado ocorreu devido à utilização conjunta dos TVs e MRs em nível de lotes. A redução na vazão de pico ao comparar-se o Cenário I com o Cenário IV foi equivalente a um valor de 0,295 m³/s (295 L/s).

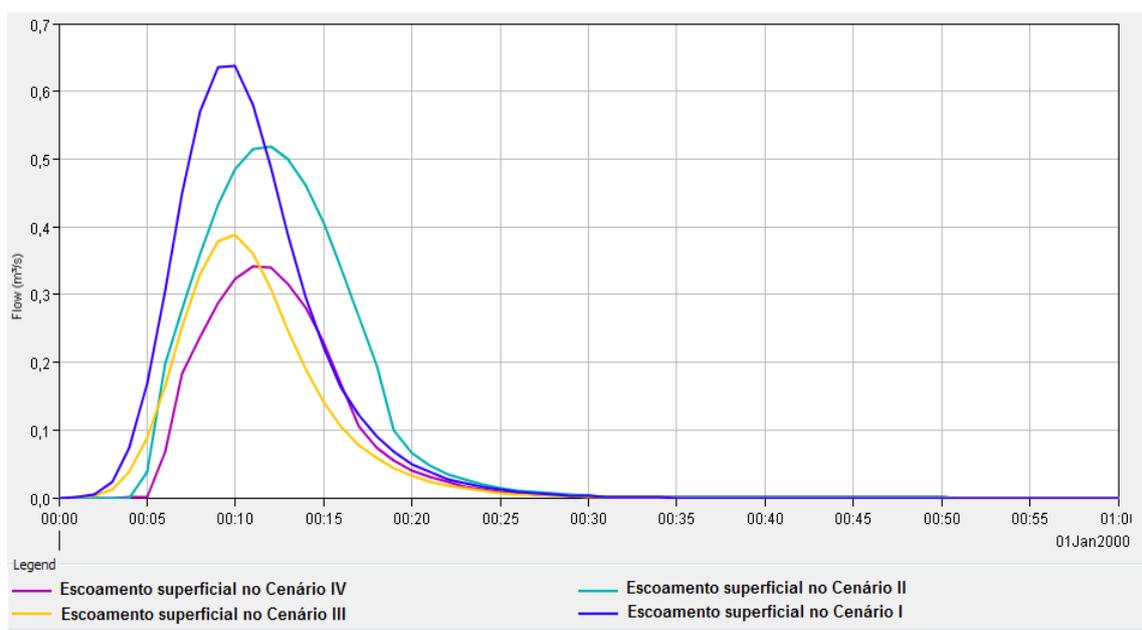


Figura 2 – Hidrograma de saída para os cenários considerados.

CONCLUSÕES

Esta pesquisa apresenta a aplicação conjunta de duas técnicas compensatórias de drenagem urbana (telhados verdes e microrreservatórios de retenção domiciliares), a uma área urbana da cidade de Belo Horizonte, com o objetivo de analisar o impacto no hidrograma de saída, buscando a redução na vazão de pico e, conseqüentemente, a diminuição na sobrecarga no sistema de drenagem existente.

Os resultados obtidos nas simulações apresentaram-se melhores para o Cenário IV, com a utilização conjunta dos telhados verdes e microrreservatórios. Obteve-se uma redução de 46,4% o valor do pico de escoamento superficial no ponto exutório do conjunto de lotes.

A partir dos resultados de redução do escoamento superficial em nível de lotes, apresentados neste estudo e da revisão bibliográfica realizada, constatou-se que as medidas de controle na fonte são, comprovadamente, soluções para o controle da microdrenagem nos grandes centros urbanos, podendo ser alternativas eficientes aos gestores públicos para alcançarem-se reduções na ocorrência de enchentes e conduzirem-se, às condições naturais, os valores de infiltração e armazenamento em nível de sub-bacias.

Para estudos futuros seria interessante a utilização de múltiplos dispositivos de saída nos microrreservatórios de retenção domiciliares, a ampliação da área de aplicação da metodologia, de forma a avaliar outros fatores impactantes como a declividade do terreno e o estudo de viabilidade econômica da aplicação das técnicas propostas.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE FILHO, A. G.; SZÉLIGA, M. R.; SZESZ, J. R. S. Utilização de microreservatórios de retenção para atenuação de inundações em bacias urbanas. *Revista Publicatio*, UEPG. 2000.
- CRUZ, M. A. S. *Controle do escoamento em lotes urbanos com retenção*. Porto Alegre. UFRGS – Curso de Pós-Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental. Dissertação de Mestrado. 1998.
- GENZ, Fernando. *Parâmetros para a previsão e controle de cheias urbanas*. Porto Alegre: UFRGS – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de recursos Hídricos e Saneamento Ambiental. Dissertação de Mestrado. 1994.
- MATTA, G. V.; PEIXOTO, L.; OLIVEIRA, L. M. *Análise do impacto do uso de reservatórios de retenção domiciliares no escoamento superficial urbano*. Projeto de pesquisa PIBIC/FAPEMIG. Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais. 2013. 89 p.
- PINHEIRO, M. M. G. *Estudo de chuvas intensas na Região Metropolitana de Belo Horizonte – MG – RMBH*. (Dissertação de Mestrado). Escola de Engenharia – Universidade Federal de Minas Gerais. 1997. 216p.
- RATHKE, T. A. *Medidas de controle pluvial no lote: pavimentos permeáveis e telhados verdes*. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Departamento de Engenharia Civil. Porto Alegre. Julho, 2012.89 pp.
- SCHEILLING, Wolfgang. Cisterns againts storms.1982. In: FEATHERSTONE, R.E., JAMES, A. *Urban systems drainage*.London: *Computation Mechanics Centre*. P.4.494.60.



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