

REVISTA AIDIS

de Ingeniería y Ciencias Ambientales:
Investigación, desarrollo y práctica.

AVALIAÇÃO DE SISTEMAS DE MICRODRENAGEM APLICADOS A BACIA HIDROGRÁFICA DO ONÇA NO TRECHO DO PARQUE DO BREJINHO

* Igor Guilherme Tameirão de Jesus¹
Fernanda Silva Lage¹
Lucas Vassalle de Castro²

EVALUATION OF MICRODRAINAGE SYSTEMS APPLIED TO THE ONÇA WATERSHED IN THE PARQUE DO BREJINHO SECTION

Recibido el 15 de marzo de 2021. Aceptado el 11 de octubre de 2021

Abstract

The city of Belo Horizonte developed unexpectedly in the 1950s. The arrival of automobiles resulted in the enlargement of roads, the population of the "cidade jardim" followed the drastic change, with the growth of its population and the construction of skyscrapers. The peak of population growth migrating from rural to urban space, resulted in an inadequate and inefficient infrastructure. The effects of this process are felt on all urban equipment related to water resources: water supply, transport and sewage treatment. From the perspective of transportation, looking for alternatives for surface rainfall runoff, This study proposes to carry out an environmental diagnosis of the Brejinho Park, sub basin of the stream Engenho Nogueira, aiming at a microdrainage solution, to delay the flood wave in the Ribeirão do Onça Hydrographic Basin. With the function of cushioning the flood flows and reducing the risk of flooding. Where a hydraulic modeling was performed using the Storm Water Management Model (SWMM) software, in order to simulate compensatory device interference in the basin. The implantation of the infiltration trenches proved to be technically feasible for the current scenario, reducing impacts caused by high local sealing. This makes it an alternative to flood reduction.

Keywords: microdrainage, Ribeirão do Onça Basin, SWMM.

¹ Departamento de Engenharia, Centro Universitário de Belo Horizonte, Brasil.

² Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Minas Gerais, Brasil.

* *Autor correspondente:* Departamento de Engenharia, Centro Universitário de Belo Horizonte – UniBH. Av. Prof. Mário Werneck, 1685, Bunitis, Belo Horizonte - MG. CEP 30575-180. Brasil. Email: igorguilherme2012@gmail.com

Resumo

A cidade de Belo Horizonte se desenvolveu de maneira inesperada nos anos 50. A chegada dos automóveis resultou na ampliação e alargamento de vias, a população da “cidade jardim” acompanhava a mudança drástica, com crescimento de sua população e a construção de arranha céus. O pico de crescimento da população migrando do espaço rural para o urbano, resultou em uma infraestrutura inadequada e ineficiente. Os efeitos desse processo, fazem-se sentir sobre todo o aparelhamento urbano relativo a recursos hídricos: abastecimento de água, transporte e tratamento de esgotos. Sob a ótica do transporte, buscando alternativas para o escoamento superficial, o estudo propõe realizar um diagnóstico ambiental do Parque Brejinho, pertencente a sub bacia do córrego Engenho Nogueira visando uma solução de microdrenagem, para amortecer as vazões de cheia e reduzir os riscos de inundações. Foi realizada uma modelagem hidráulica utilizando o software *Storm Water Management Model (SWMM)*, com o intuito de simular a interferência de dispositivo compensatório na bacia. A implantação das trincheiras de infiltração se mostrou tecnicamente viável para o panorama atual, reduzindo impactos causados pela alta impermeabilização local.

Palavras chave: microdrenagem, Bacia Ribeirão do Onça, SWMM.

Introdução

Nas últimas décadas a cidade de Belo Horizonte vem sofrendo com grandes enchentes causadas por severas chuvas sazonais e impulsionadas pela ocupação desordenada dos leitos de rios combinadas as ideias conservacionistas de canalização. Diversos eventos resultantes da aceleração dos escoamentos demonstram que as canalizações convencionais dos sistemas de drenagem são intensificadoras das inundações, até mais que a impermeabilização da bacia (Canholi, 2014).

A Bacia Hidrográfica do Ribeirão Onça ocupa toda a região Norte de Belo Horizonte e é responsável por uma área de drenagem de 212 km². Atualmente possui algumas medidas de tratamento do efluente doméstico e dispositivos de macrodrenagem, porém ainda são insuficientes, inclusive a Bacia está sujeita a inúmeras áreas suscetíveis a inundação, de acordo com a carta de inundação de Belo Horizonte de 2014.

O Brejinho é um parque concebido em 2007 através do Decreto Municipal 12830 de 31 de agosto, localizado no Bairro São Francisco, é pertencente a sub-bacia do Engenho Nogueira, um dos efluentes do Ribeirão Onça. O panorama ambiental atual não é satisfatório, o que deveria ser uma Área de Proteção Permanente (APP), está distante desta realidade, uma vez que o local é utilizado como residência para moradores de rua, depósito de resíduos, bota fora de veículos e travessia de pedestres, os quais circulam por áreas alagadas, cujo componente hídrico provém de nascentes locais. Portanto, a implantação de conceitos inovadores e reconhecidos em diversas literaturas de drenagem urbana é essencial para o momento, principalmente frente a este panorama.

Tendo em vista a grande consternação causada por essas enchentes, a adoção de medidas compensatórias, como a trama verde-azul, que consiste em ações que integralizam o cotidiano da população, o patrimônio cultural e a preservação do meio ambiente físico, é essencial para manter a qualidade dos corpos hídricos e reduzir os riscos à vida e aos bens materiais. Em consonância com o problema apresentado, delimitou-se o trecho do Parque Brejinho pertencente à bacia hidrográfica do ribeirão do Onça para desenvolver este trabalho.

Neste sentido, medidas de microdrenagem surgem no contexto como dispositivos para favorecer a reserva dos escoamentos e retardar as ondas de cheia, conseqüentemente podem contribuir para reduzir a frequência de enchentes urbanas, principalmente em bacias com um alto nível de impermeabilização e densidade demográfica. Consiste em sistemas pontuais para reservar a água superficial que escoar pela bacia, diminuindo assim os impactos que são transferidos para a jusante em períodos críticos. Podem ser associadas a áreas de convívio urbano como pontos de recreação ou paisagísticos, como as valas e trincheiras de infiltração.

Silva (2007) aponta que um dispositivo de drenagem eficiente não deve ser considerado como um simples sistema destinado ao escoamento do excesso de água para um ponto a jusante, pois se trata de um conjunto de medidas que visam a atenuação dos riscos e dos prejuízos provenientes das inundações.

Exposta às necessidades de melhoria no que tange às questões de drenagem no local de estudo, o objetivo desta pesquisa foi realizar um diagnóstico ambiental do parque Brejinho visando uma solução de microdrenagem, para retardar a onda de cheia na Bacia Hidrográfica do Onça.

Metodologia

A modelagem matemática da bacia hidrográfica e redes de macrodrenagem é uma importante ferramenta disponível para o campo da Engenharia de Recursos Hídricos. Tal ferramenta permite que diversos cenários sejam analisados antes de se iniciar a execução do projeto, a fim de identificar quais são as melhores opções para a área de estudo. Portanto, quanto mais os dados inseridos forem próximos da realidade mais os resultados serão próximos ao desejado.

Optou-se nesta pesquisa pela aplicação de sistemas de microdrenagem em uma sub-bacia de Belo Horizonte, com o intuito de realizar um estudo de caso da área. Desse modo, o desenvolvimento do projeto se deu a partir dos passos abaixo, utilizados para a aplicação de um sistema de drenagem da área urbana na cidade de Goiânia e indicado para Bacias Hidrográficas em situações semelhantes (Silva, 2007):

- escolha do modelo computacional;
- definição da área trabalhada;
- obtenção de dados do projeto executivo;
- incorporação de dados no modelo;
- simulação do cenário atual com duas discretizações espaciais diferentes de área;
- definição dos dispositivos a serem simulados;
- simulação de cenários.

Modelo computacional

A simulação de modelos matemáticos demanda o uso de ferramentas computacionais para o processamento dos dados (Canholi, 2014). Portanto, a escolha do software mais adequado para a análise desejada deve-se considerar alguns critérios técnicos.

O *Storm Water Management Model - SWMM* (Modelo de Gestão de Drenagem Urbana) é uma ferramenta desenvolvida pela *U.S Environmental Protection Agency - Usepa* em 1971 para a modelagem hidrológica-hidráulica. É um modelo dinâmico chuva-vazão que integra os sistemas de micro e macrodrenagem da rede com o escoamento superficial, possibilitando a simulação de alagamentos, que são fenômenos hidráulicos muito comuns em bacias urbanas, decorrentes da sobrecarga nos sistemas de drenagem que aumentam o nível d'água na rua sem que tenha havido o transbordamento dos córregos (Canholi, 2014).

Quando se faz a modelagem empregando dispositivos LID (*Low Impact Development*) o software SWMM realiza o balanço hídrico, determinando o que escoar de uma camada para a outra e o que é armazenado em cada camada, para assim imprimir resultados mais precisos.

O software foi escolhido para a modelagem da pesquisa pois é muito utilizado para projetos em diversas partes do mundo, permite a divisão da área de estudo de modo a possibilitar a representação da melhor forma possível, é de fácil entendimento e acesso, exige um menor número de dados de entrada pois trabalha com modelação unidimensional (Silva, 2007) e permite a integração com o sistema de informações geográficas disponíveis.

Definição da área de estudo

A área de estudo para implantação do dispositivo de drenagem é o Parque do Brejinho, localizado na regional Pampulha, situado na Rua Alcobaça número 43, no Bairro São Francisco desde o ano de 2007. O parque do Brejinho possui cerca de 9 nascentes catalogadas, ao longo de 57600 m². O local conta com dois cursos d'água, que convergem no parque, se tornando apenas um único canal, que abastece a sub bacia do córrego Engenho Nogueira pertencente a Bacia do Onça (Figura 1).

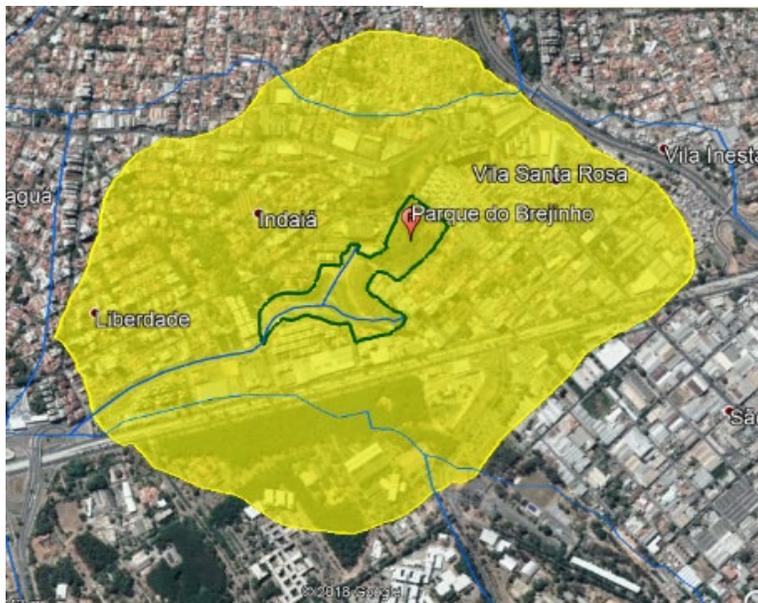


Figura 1. Mapa delimitação da área de influência.

Parâmetros de entrada para o modelo

A determinação da dimensão da drenagem da bacia foi realizada através do GOOGLE EARTH PRO 2018, que forneceu a medida da área de 1.57km², com um perímetro da bacia 4.92km. Para os dados de declividade, foi utilizado a base de declividade da sub bacia do Córrego Engenho Nogueira com desnível total de 23 m e declividade média igual a 0.015 m/m (1.5%) (Reis, 2017). A definição da porcentagem de área permeável foi feita de forma empírica, utilizando a tabela 3.2 fornecida por Campana e Tucci (1994 apud Canholi, 2014). Para uso da tabela aplicou-se a equação (1) de Conte que relaciona a área impermeabilizada com a área total:

$$\frac{A_{imp}}{A_{total}} \% = -3.86 + 0.55 \cdot d \quad \text{Equação (1)}$$

d=Densidade demográfica. (para $7 \leq d \leq 115$ hab/ha)

O coeficiente de Manning (n) utilizado como dado de entrada no SWMM foi adotado com base em Chow; Walesh (1973; 1989 apud Canholi, 2014), sendo o valor de 0.011 para superfícies de asfalto liso e 0.15 para superfícies gramadas.

A equação de infiltração utilizada foi a de Horton, devido a maior disponibilidade de dados na literatura. Os parâmetros de entrada foram obtidos através das estimativas dos parâmetros de Horton recomendadas por Porto (1997 p. 161 apud Tomaz, 2010).

$$f_p = f_f + (f_0 - f_f)e^{(-kt)}$$

Equação (2)

f_f = 120 mm/h (capacidade de infiltração inicial).

f_0 = 88 mm/h (capacidade de infiltração final).

k = 25 (constante que representa a taxa de decréscimo na capacidade I_t).

Para o tempo de concentração, na presente pesquisa foi utilizada a equação indicava pelos métodos mais adequados da literatura, todas tratadas com enfoque cinemático (3) (Canholi, 2014):

$$tc = t_s + t_n + t_q$$

Equação (3)

Em que, tc é o tempo de concentração (horas); t_s é o tempo de escoamento em superfície (horas); t_n é o tempo de escoamento em canais rasos (horas); t_q é o tempo de escoamento em canais ou galerias definidos (horas).

O tempo de escoamento em canais ou galerias definidas foi calculado cinematicamente, como no caso anterior, supondo regime uniforme, a velocidade média de escoamento foi obtida através pela fórmula de Manning (4), que consiste em:

$$V = \frac{1}{n} \cdot S^{1/2} \cdot Rh^{2/3}$$

Equação (4)

Onde, V é a velocidade média do escoamento (m/s); n é o coeficiente de rugosidade de Manning ($s/m^{5/2}$); S a declividade longitudinal de fundo do canal (m/m) e $Rh^{2/3}$ o raio hidráulico do canal (m).

Medidas para microdrenagem superficial

Buscando a amortização das inundações a montante, o controle moderno e sustentável são propostas medidas que podem ser adotadas de acordo com o estágio de desenvolvimento da área de estudo. Estas medidas podem ser aplicadas na microdrenagem, em nível de loteamento (Tucci, 2003).

Método de Franco para canaletas de infiltração

Franco (2004) em seus estudos elaborou uma pesquisa a respeito do dimensionamento de bacias para a detenção das águas pluviais com base no método racional. O método racional é discutido em diversas literaturas como o mais difundido para a determinação de vazões de pico em bacias com área menor do que 3.5 km² (Canholi, 2014; Franco, 2004; Silva, 2007; Pinto, 1975), em grande parte devido a sua simplicidade e qualidade dos dados obtidos, portanto, considerando as características da área analisada, é o método utilizado para a modelagem.

A precipitação utilizada nesta pesquisa foi definida através de uma tormenta padronizada elaborada através do método do SCS (Soil Conservation Service), cuja intensidade de chuva foi

determinada pela equação (5) do tipo IDF para Belo Horizonte, definida por Pinheiro e Naghettini (1998), válida para $T \leq 200$ anos e $10 \text{ min} \leq d \leq 24\text{h}$, para o dimensionamento de estruturas hidráulicas.

$$\hat{i}_{T,d,j} = 0.76542d^{-0.7059}P_j^{0.5360}\mu_{Td} \quad \text{Equação (5)}$$

Em que, $\hat{i}_{T,d,j}$ é a intensidade de precipitação média de duração d , do local j , associada ao período de retorno T (mm/h ou mm/min); d é a duração da precipitação (h ou min, coerente com as unidades de intensidade); P_j é a precipitação total anual média do local j , extraída do mapa isoietal elaborado pelos autores; μ_{Td} é o quantil adimensional regional, obtido através da tabela elaborada pelos autores.

Volume de detenção

Para a definição dos volumes de detenção, considerando que a vazão efluente varia linearmente de zero até um ponto máximo, o que descreve melhor o caso de descarga livre, vertedores ou descargas de fundo, Franco (2004) estipulou a equação:

$$Vd = \frac{CA}{k_1} \left[\frac{aT^m}{(t_d+b)^n} - \frac{i_s}{2} \right] t_d k_2 \quad \text{Equação (6)}$$

sendo Vd o volume de detenção da bacia; i_s a intensidade efluente equivalente; k_1 e k_2 os fatores de conversão de unidades; C o coeficiente de escoamento (adimensional); A a área da bacia (km²); T o tempo de recorrência (anos); t_d a duração da chuva (min); a , b , m , n são parâmetros das relações de chuva obtidos da equação idf.

Resultados e discussões

Nesta Etapa serão mostrados resultados preliminares à simulação, são definidos os parâmetros como tempo de concentração, área das sub-bacias e precipitação de projeto. Em seguida são apresentados os resultados encontrados na simulação do escoamento antes e depois da implantação das medidas de controle.

Parâmetros de entrada no Modelo

O tempo de concentração encontrado para a área de estudo foi de 52 minutos, portanto o tempo de simulação e precipitação foi calculado respeitando o mesmo intervalo como limite, a série foi dividida de minuto em minuto pois alguns testes indicam que períodos maiores podem não representar bem os resultados (Silva, 2007). Com t_s igual a 0.07 h, t_n igual a 0.5556 h e t_q igual a 0.25 h.

No local de estudo foi definido um valor aproximado de 55 hab/ha, que gerou uma área permeável de 26.4%, que se enquadra na categoria de área residencial tipo 3 com 25% de área permeável segundo Canholi (2014 apud Campana e Tucci 1994).

O Hietograma de projeto foi construído através do método do SCS (Figura 2), onde a precipitação foi calculada através da equação do tipo IDF, com intervalos de 1 minuto até o tempo de concentração calculado para a área e o tempo de retorno considerado é de 10 anos. Após a apuração dos dados, a precipitação acumulada total do evento foi de 229 mm.

A precipitação excedente foi obtida através do método de SCS (Figura 3) e para o período analisado, 90 minutos, o total acumulado é de 275.21mm.

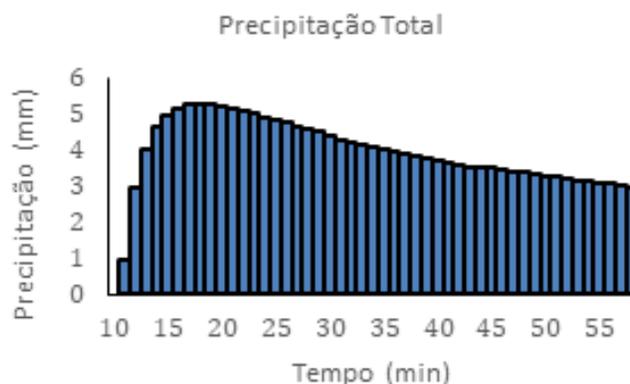


Figura 2. Hietograma da Precipitação de Projeto.

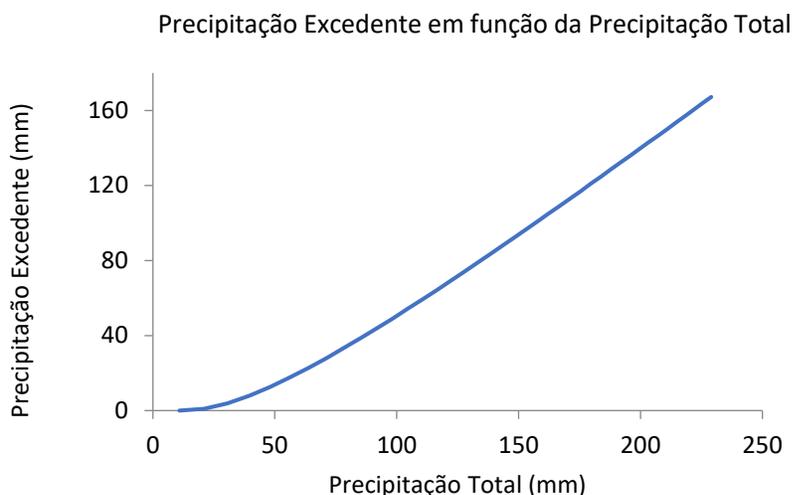


Figura 3. Precipitação Excedente.

A vazão de pico foi calculada através do método do SCS, a partir dos dados obtidos um Hidrograma Unitário (Figura 4) foi construído para a dada precipitação de projeto. Pode-se observar que a vazão de pico é 7.079 m³/s para a área de drenagem analisada que equivale a 1570000 m², com o tempo de ocorrência de 13 minutos e o tempo de resposta da bacia de 28.8 minutos.

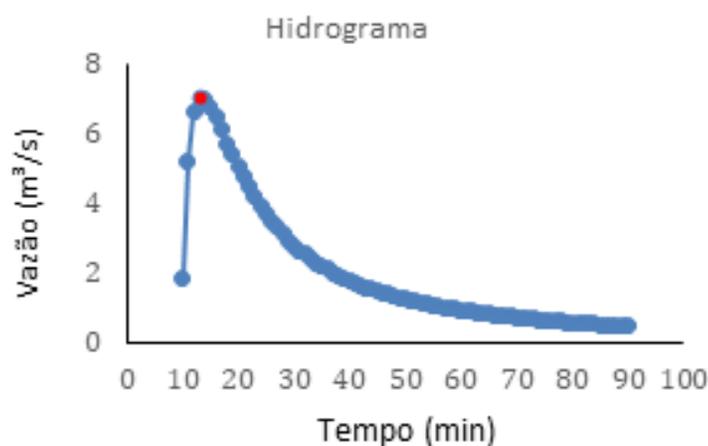


Figura 4. Hidrograma de projeto.

O volume de detenção, foi dimensionado para uma área de 1.57 km², 1.5% de inclinação, com tempo de retorno igual a 10 anos e coeficiente de escoamento adotado de 0.75.

$$Vd = \frac{0.75 \cdot 1.57}{3.6} \left[\frac{1447.87 \cdot 10^{0.1}}{(13+20)^{0.84}} - \frac{21.64}{2} \right] 13 \cdot 60 \quad \text{Equação (7)}$$

Com isto, considerando que a área de estudo possui somente um ponto de descarga (exutório) e que toda a água da bacia escoar para tal, o volume de detenção necessário encontrado para este estudo foi de 21895.65 m³. Portanto, os dispositivos de microdrenagem escolhidos para a simulação, serão responsáveis por reter toda esta água, de acordo com as características da chuva de projeto (Figura 2) e o uso da Bacia Hidrográfica.

Simulação de Cenários

Para as simulações dos cenários atual e após a alocação dos sistemas de microdrenagem, a área de estudo foi dividida em 11 sub-bacias, de acordo com a Figura 5, onde os círculos pretos são os poços de visita, os trechos de conexão entre eles são os condutos, os quadrados vermelhos são os pontos médios das sub-bacias.

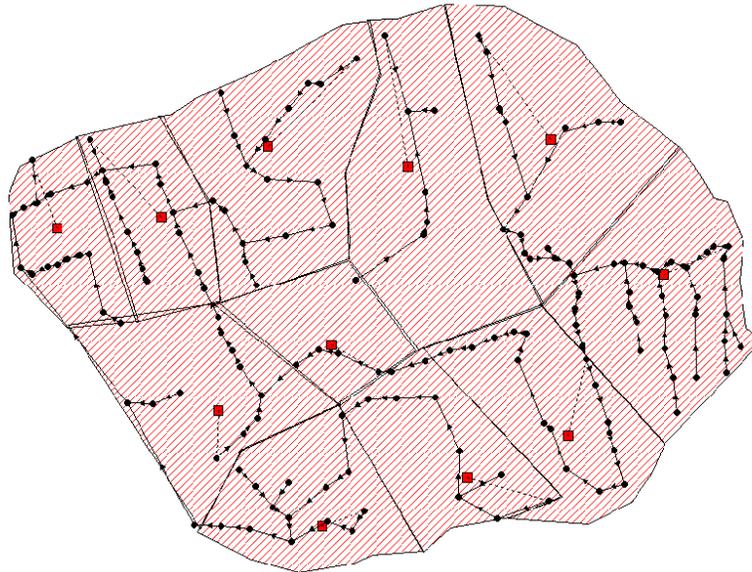


Figura 5. Mapeamento da área de estudo no SWMM

Cenário sem dispositivo

Os dados obtidos após a simulação do cenário, de acordo com a delimitação de projeto foi idêntica ao calculado anteriormente, destacando que a vazão de pico para a bacia é de 7079 L/s.

Foram utilizados dados obtidos de 155 poços de visita (nós), interligados por 197 condutos (trechos) considerados convencionais. A partir do relatório retirado, identificou-se que todos os trechos estão estáveis, porém 42 trechos apresentaram sobrecarga, o que ocorre quando a água ultrapassa a geratriz superior do conduto mais alto, cujo diâmetro é de 1.50 metros.

Quanto ao obtido a respeito dos nós, de 155, 60 sofrem sobrecarga durante o percurso e 43 (27.74%) são inundados com a atual situação, que neste caso se refere a todo nó cuja água transborda, alagando ou não a área.

Cenário com dispositivo

A simulação foi realizada com 17 trincheiras de infiltração de mesmo volume, que consiste em valas escavadas preenchidas com pedra e cascalhos, permitindo assim o armazenamento e posterior infiltração do solo, da água da chuva escoada, instaladas na mesma sub-bacia do parque do Brejinho. Este dispositivo foi escolhido pois constituem de estruturas simples que não demandam grandes áreas para implantação, são de fácil construção e economicamente mais viável.

Após a implantação dos dispositivos, houve uma redução de 7.14% na vazão de pico do sistema, sendo assim, a vazão calculada seria de 6.5937 m³/s (figura 6). Quanto aos alagamentos, houve uma redução de 7.21% no volume de água que inunda os nós, portanto diminui a chance de alagamento da área.

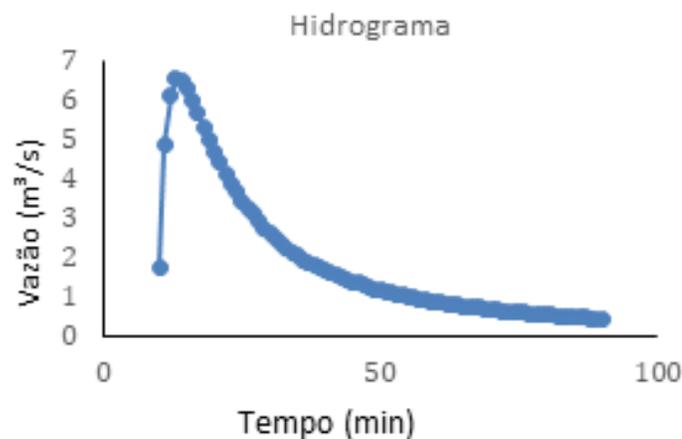


Figura 6. Hidrograma após a implantação do LID

Discussões

A análise da eficiência do dispositivo LID implantado levou em conta dois parâmetros principais, a redução no pico de cheia e a diminuição no volume que alaga os nós do sistema. Após os dados obtidos tem-se que ambos os parâmetros tiveram resultados positivos, o que para a Bacia Hidrográfica como um todo é um ganho, apesar de não reduzir o tempo de pico. Foi identificado uma redução de 486 L/s na vazão de pico após a instalação dos dispositivos de micro drenagem (figura 7), onde a linha azul é o hidrograma com o dispositivo e a vermelha o panorama atual.

Com isto, a implantação das trincheiras de infiltração é tecnicamente possível para o panorama atual, afim de reduzir os impactos causados pelo grau de impermeabilidade que já se encontra na área. Portanto, os dispositivos devem ser implantados na área de pesquisa de forma que atuem em conjunto para aumentar a eficiência hidrológica de todo o percurso.

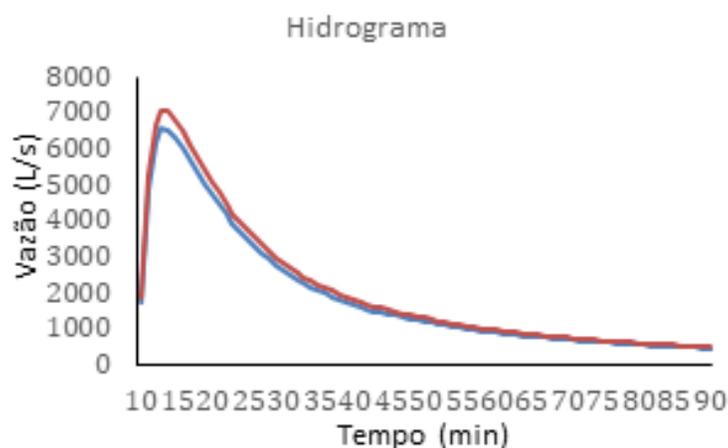


Figura 7. Comparação de Resultados.

Conclusão

A presente pesquisa contemplou o estudo de avaliação da viabilidade técnica de um conjunto de sistemas de microdrenagem aplicados a parte de uma Bacia Hidrográfica em Belo Horizonte. Esta bacia apresenta diversos problemas de alagamento, principalmente nas proximidades de seu exutório, isto se deve a fatores como o alto grau de impermeabilidade, a baixa presença de áreas verdes e dispositivos de drenagem para detenção do escoamento superficial insuficientes.

O modelo matemático foi aplicado na área, através do software *Storm Water Management Model (SWMM)*, e mostrou resultados satisfatórios, com uma possível redução de 7.14% na vazão de pico, além da diminuição do volume de água nos nós dos condutos, acarretado pelo retardamento e reserva da água pluvial nas trincheiras de infiltração experimentadas, as inundações continuariam ocorrendo, mas com uma frequência muito menor.

Portanto, os dados obtidos no estudo foram um sucesso e servem como base para a efetivação do Parque do Brejinho como um local ambientalmente saudável e hidrológico contribuinte, assim como confirma a proposta de que medidas de microdrenagem são satisfatórias para a redução de enchentes em grandes centros urbanos.

Referências

- Canholi, A.P. (2014) *Drenagem Urbana e Controle de Enchentes*. 2a ed., Oficina de Textos, São Paulo, Brasil, 384 pp.
- Franco, J.E. (2004) *Dimensionamento de bacias de detenção das águas pluviais com base no método racional*, Tese de Mestrado, Programa de Pós-graduação em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental do Setor de Tecnologia da Universidade Federal do Paraná, Departamento Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 143 pp.

- Pinheiro, M.G., Naghettini, M. C. (1998). Análise Regional de Frequência e Distribuição Temporal das Precipitações Intensas na Região Metropolitana de Belo Horizonte. *RBRH – Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, **3**(4), 73-88. Acesso em: 09 nov. 2018, disponível em https://www.researchgate.net/publication/224857852_PINHEIRO_M_G_NAGHETTINI_M_C_Analise_Regional_de_Frequencia_e_Distribuicao_Temporal_das_Precipitacoes_Intensas_na_Regiao_Metropolitana_de_Belo_Horizonte_Revista_Brasileira_de_Recursos_Hidricos_v_3_n_4_/download
- Pinto, N.L.S., Holtz, A. C. T., Massucci, C. J. J. (1975) *Vazão de dimensionamento de bueiros*. 1ª ed., Instituto de Pesquisa Rodoviária, Rio de Janeiro, Brasil, 62 pp.
- Reis, A.R., Jardim, F.B., Guimarães, J.I., Moraes, M.A.A., Baptista, M.B., Pádua, V.L. (2017) Restauração Fluvial: Estudo do Córrego Engenho Nogueira em Belo Horizonte/MG – Trecho bacia de detenção da Pampulha ao campus UFMG, *XX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos*, Florianópolis, Brasil.
- Silva, Karla A.DA. (2007) *Análise da eficiência de métodos de controle de Enchentes na atenuação de picos de cheias utilizando o modelo computacional SWMM – Storm Water management model*, Teste de Mestrado, Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Engenharia do Meio Ambiente da Escola de Engenharia Civil da Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 126 pp.
- Tomaz, P. (2010) *Cálculos Hidrológicos e Hidráulicos para Obras Municipais: Piscinões, Galerias, Bueiros, Canais, Métodos SCS, Denver, Santa Bárbara, Racional, TR-55*, 2a ed., Navegar, São Paulo, Brasil, 478 pp.
- Tucci, Carlos E.M. (1999) Aspectos institucionais no controle de inundações. *I Seminário de Recursos Hídricos do Centro-Oeste*, Brasília, Brasil.
- Tucci, Carlos E.M. (2003). Drenagem Urbana, *Ciência e Cultura*, **55**(4), 36-37. Acesso em 18 nov. 2018, disponível em: http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0009-67252003000400020