

SIMULAÇÃO HIDROLÓGICA DA BACIA DE DETENÇÃO SANTA LÚCIA, NA CIDADE DE BELO HORIZONTE

Evandro Alexandre Perché⁽¹⁾; Luciana Peixoto Amaral⁽²⁾

⁽¹⁾ Engenheiro Ambiental e Sanitarista, evandroape@hotmail.com.br

⁽²⁾ Departamento de Ciência e Tecnologia Ambiental, Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, lpeixoto@deii.cefetmg.br

RESUMO: O desenvolvimento urbano é responsável por inúmeros impactos no meio ambiente, principalmente no ciclo hidrológico, tais como o aumento do escoamento superficial e a ocorrência de enchentes. A multiplicidade de técnicas e a possibilidade de diversos arranjos de alternativas de projeto tornaram complexa a tarefa do tomador de decisão na concepção de sistemas de drenagem, já que envolve critérios econômicos, hidrológicos, ambientais, entre outros. Neste sentido, esta pesquisa tem como objetivo avaliar o comportamento da bacia de detenção Santa Lúcia, em Belo Horizonte–MG, por meio da simulação hidrológica utilizando o programa HEC-HMS. Foram realizadas simulações para um tempo de retorno de 50 anos e chuvas com duração de 5, 10, 30 e 60 minutos. Os resultados demonstraram que a bacia de detenção Santa Lúcia é capaz de reduzir a vazão de pico à montante em torno de 78 a 88%. Futuros estudos devem ser realizados a fim de avaliar a viabilidade técnica da bacia de detenção Santa Lúcia para receber outros volumes hídricos de locais próximos que atualmente sofrem com as enchentes.

Palavras-chave: Gestão de águas urbanas; Bacia de detenção; Simulação hidrológica.

INTRODUÇÃO

Uma alternativa de grande potencial no controle de enchentes é a implementação de bacias de detenção. Este sistema funciona retendo o volume do hidrograma durante as enchentes, que reduz o pico e o impacto a jusante. As bacias de detenção são classificadas como estruturas que contribuem para a redução dos impactos da urbanização sobre os processos hidrológicos em bacias hidrográficas urbanas (BAPTISTA, NASCIMENTO e BARRAUD, 2005).

Para otimizar a construção destas bacias de retenção, ou mesmo para avaliar a eficiência de reservatórios já construídos, os estudos hidrológicos e a modelagem apresentam-se como importantes ferramentas.

Estudos hidrológicos envolvendo a quantificação das vazões máximas de projeto são uma das tarefas mais importantes da hidrologia, pois por meio desta quantificação são dimensionadas todas as estruturas hidráulicas relacionadas com o ciclo hidrológico.

Dentre os diversos programas que tratam da temática, o software HEC-HMS (Hydrologic Engineering Center- Hydrologic Modeling System) foi concebido para simular os processos de precipitação-vazão de sistemas de bacias hidrográficas. Tal programa suporta desde a modelagem de um pequeno escoamento hídrico urbano a um grande rio em uma bacia hidrográfica.

Assim, neste estudo avaliou-se a capacidade de redução da vazão de pico da bacia de retenção Santa Lúcia, para diferentes durações de chuva, por meio de simulação hidrológica utilizando o programa HEC-HMS.

MATERIAIS E MÉTODOS

Área de estudo: Bacia de retenção Santa Lúcia

A Barragem Santa Lúcia foi um dos primeiros reservatórios de retenção implantados no Brasil, em 1953, na cidade de Belo Horizonte. A bacia de retenção Santa Lúcia está localizada na região centro sul de Belo Horizonte, na bacia hidrográfica do córrego do Leiteiro. Esta barragem foi construída com o objetivo de controlar as cheias às margens do córrego do Leiteiro durante o período chuvoso, que atingia os bairros de Lourdes, Santo Antônio e Cidade Jardim (SOARES, 2001).

Na concepção desta bacia de retenção, o volume de espera era da ordem de 300.000 m³, e sua área de contribuição na bacia de retenção de 370 ha. A partir da década de 1970, a intensa urbanização da região, aliada às declividades nesta bacia, ocasionaram diversos processos erosivos com consequências diretas ao aporte de sedimentos, resíduos sólidos e esgotos domésticos provenientes das galerias de águas pluviais. Em 1988, iniciou-se o projeto de recuperação da bacia de retenção de Santa Lúcia, com a criação de um parque urbano para atividades de lazer, bem como a reserva dos deflúvios superficiais contribuintes.

Em 1996 foi criado o Plano Diretor Urbanístico do município e a Lei de Parcelamento, Ocupação e Uso do Solo, respectivamente, Leis Municipais n° 7.165 e n° 7.166. Com estas diretrizes, restringiu-se a impermeabilização do solo e determinou-se, em alguns casos, a implantação de caixas de detenção e soluções de controle de águas pluviais na fonte (DRUMOND, 2012).

Em estudos de simulação hidrológica e hidráulica foi constatada a possibilidade da redução de riscos de inundação, através de uma estrutura de controle hidráulico de forma a propiciar o extravasamento dos deflúvios do canal subterrâneo existente para a bacia de detenção de Santa Lúcia e do retorno ao trecho canalizado no período de recessão do hidrograma.

Os dados relacionados à bacia de detenção Santa Lúcia estão representados nas **Tabelas 1 e 2**.

Tabela 1 - Dados gerais da bacia de detenção.

Altura da barragem	18 m
Comprimento da crista	115 m
Volume total do reservatório	189.000 m ³
Tipo de barragem	Terra
Tipo de fundação	Solo residual
Percolação	Totalmente controlada pelo sistema de drenagem
Volume útil do reservatório	76.000 m ³
Lâmina d'água do reservatório	2,30m
Descarga da barragem (vertedores)	Um do tipo tulipa (torre da tomada d'água) Um do tipo poço vertical
Nível máximo de operação-cota	900,30 m
Cota máxima da superfície da água no reservatório	903,30 m
Vertedouro	39 m ³ /s
Superfície da água no reservatório	3 ha

Fonte: SUDECAP (2004).

Tabela 2 - Relação Cota x Volume x Descarga.

Cota (m)	Volume (1000 m ³)	Descarga (m ³ /s)*
898,0	0.000	0.00
900,3	75.330	5,60
903,1	180.211	28,88
903,3	188.920	37,17
907,0	350.000**	483,9

Fonte: SUDECAP (2004). * nota de aula (AMARAL, s/d).** estimado.

Simulação hidrológica da Barragem Santa Lúcia

Neste trabalho, a simulação hidrológica foi configurada utilizando os métodos apresentados na **Tabela 3**. Foram realizadas simulações para o período de retorno (TR) de 50 anos e as durações da chuva de 5, 10, 30 e 60 minutos.

Tabela 3 - Métodos utilizados nas simulações.

PARÂMETRO	MÉTODO
Precipitação	Fornecimento de uma chuva de projeto (Método dos Blocos Alternados; Método de Huff)
Escoamento superficial	Método SCS –Curver Number
Amortecimento em reservatório	Fornecimento de Curvas Cota x Volume x Descarga

Inicialmente, foram delimitadas as áreas de contribuição por meio do uso de um modelo digital de elevação da cidade de Belo Horizonte. E, a partir do software ArcGis versão 10.1, onde foram extraídas as curvas de nível da região e, assim, a área de contribuição determinada.

Além disso, foi definido o tempo de retardo (*lag time*) para ambas sub-bacias de contribuição, como 60% do tempo de concentração. E, com base nos mapas, foi adotado o valor do CN, para zonas residenciais < 500 m² e média impermeável de 65%.

Na **Tabela 4** são apresentados os parâmetros área de contribuição (A_c), *lag time* e o valor de CN.

Tabela 4 - Parâmetros obtidos e estimados para A_c , *lag time* e CN.

Sub-bacia de contribuição	A_c (Km ²)	<i>lag time</i> (minutos)	CN
Rua Lira	0,6	7	85
Córrego Leitão	3,5	20	85

A chuva de projeto utilizada no estudo foi obtida do estudo desenvolvido por Matta, Peixoto e Oliveira (2013). Para o estudo hidrológico da bacia Santa Lúcia foram utilizados os hietogramas para um tempo de retorno de 50 anos e duração das chuvas de 5, 10, 30 e 60 minutos. Os autores adotaram como precipitação média anual de 1400 mm e, com base ao Método de Huff, foram geradas as distribuições temporais das chuvas para diversos período de retorno e duração de chuvas.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na **Tabela 5** são apresentados os resultados obtidos nas simulações para o TR = 50 anos e duração da chuva de 5, 10, 30 e 60 minutos.

Na simulação hidrológica da bacia de retenção Santa Lúcia ($t=5$ min; TR=50 anos), foi observado que a vazão de pico à montante da bacia ocorreu após 21 minutos do início da chuva e atingiu o valor de $3,4 \text{ m}^3/\text{s}$. A bacia armazenou cerca de 52000 m^3 e a vazão de pico de saída foi de $0,4 \text{ m}^3/\text{s}$ após 55 minutos do início da chuva. Para chuva de 10 minutos de duração e tempo de retorno de 50 anos, foi observado que a vazão de pico à montante da bacia ocorreu após 24 minutos do início da chuva e atingiu o valor de $26,7 \text{ m}^3/\text{s}$. A bacia armazenou cerca de 41300 m^3 e a vazão de pico na saída foi de $3,1 \text{ m}^3/\text{s}$ após 57 minutos do início da chuva. Para 30 minutos de duração da chuva e tempo de retorno de 50 anos, a vazão de pico à montante da bacia ocorreu após 34 minutos do início da chuva e atingiu o valor de $45,6 \text{ m}^3/\text{s}$. A bacia armazenou cerca de 74500 m^3 , a vazão de pico no exutório foi de $5,5 \text{ m}^3/\text{s}$ após 68 minutos do início da chuva. Ao considerar a duração da chuva de 60 minutos e tempo de retorno de 50 anos, a vazão de pico ocorreu após 47 minutos do início da chuva e atingiu o valor de $58,5 \text{ m}^3/\text{s}$. A bacia armazenou cerca de 107200 m^3 , a vazão de pico no exutório foi de $12,7 \text{ m}^3/\text{s}$ ocorrendo após 81 minutos do início da chuva.

Tabela 5 - Síntese dos resultados da simulação hidrológica.

Duração da chuva (min)	Vazão de pico a montante da bacia de retenção (m^3/s)	Vazão de pico a jusante da bacia de retenção (m^3/s)	Volume armazenado (m^3)	% de redução da vazão de pico
5	3,4	0,4	52000	88,2
10	26,7	3,1	41300	88,4
30	45,6	5,5	74500	87,9
60	58,5	12,7	107200	78,3

Observa-se na **Tabela 5** que a bacia de retenção Santa Lúcia apresenta grande eficiência quanto ao amortecimento (armazenamento) das ondas de cheias. Além disso, nota-se que quanto maior a duração da chuva, menor a redução na vazão de pico.

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos nas simulações corroboraram ao objetivo principal para a qual foi construída a barragem Santa Lúcia: a retenção do volume escoado das sub-bacias de contribuição. Observou-se que quanto maior a duração da chuva, menor a redução na vazão

de pico. A maior redução da vazão de pico foi obtida para a duração da chuva de 5 minutos (88,2%), enquanto que a menor redução foi para a chuva de 60 minutos (78,3%).

Para os tempos simulados de 5, 10, 30 e 60 minutos de duração da chuva, esta bacia de retenção foi capaz de reter grande parte do escoado e reduzir consideravelmente a vazão de pico, sendo esta redução da ordem de 78 a 88%. Os resultados obtidos apresentaram-se satisfatórios se comparados com os de Coelho (2010), por exemplo, que para os períodos de retorno de 10 e 25 anos, e duração de 2 horas, obteve reduções na vazão de pico de 60% e 55% respectivamente.

A partir dos resultados de redução da vazão de pico, apresentados neste estudo, constatou-se que as medidas estruturais são, comprovadamente, soluções para o controle da drenagem urbana nos grandes centros urbanos, podendo ser alternativas eficientes aos gestores públicos para alcançarem-se reduções na ocorrência de enchentes.

Entretanto, futuros trabalhos podem analisar e avaliar a utilização conjunta das estruturas já existentes no sistema de drenagem atual às técnicas alternativas de drenagem, de forma a diminuir a sobrecarga no sistema. Para melhorar ainda mais os resultados, seria interessante a obtenção mais atualizada das relações cota-volume-descarga, uma vez que a barragem Santa Lucia está com a capacidade volumétrica do seu reservatório, comprometida em mais de 60% do seu volume original pelo assoreamento, composto de sedimentos e outros resíduos sólidos, além de lixo e esgoto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BAPTISTA, Márcio; NASCIMENTO, Nilo; BARRAUD, Sylvie. Técnicas Compensatórias em Drenagem Urbana, Porto Alegre, ABRH, 2005.

COELHO, G. A. Utilização de bacias de retenção de águas pluviais em planos diretores de macrodrenagem. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Ambiental e Sanitária). Centro Tecnológico/Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2010, 85 p.

DRUMOND, Pedro de Paula. Estudo da influência da reservação de águas pluviais em lotes no município de Belo Horizonte, MG: Avaliação hidráulica e hidrológica. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos da UFMG. Belo Horizonte 2012.

MATTA, G. V.; PEIXOTO, L.; Oliveira, L. M. Análise do impacto do uso de reservatórios de retenção domiciliares no escoamento superficial urbano. Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais- CEFET-MG. Departamento de Ciência e Tecnologia Ambiental- DCTA. Projeto de Pesquisa PIBIC. Belo Horizonte, 2013.

SOARES, Márcia Maria. Da barragem ao Parque Santa Lúcia: um estudo da transformação da paisagem urbana. Tese (Doutorado). Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, 2001.