

TÉCNICAS PARA O MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS: SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL DA BACIA DO RIO DAS TINTAS

Fabiana Lanzillotta da Fonseca, Celso Romanel e Ernani de Souza Costa

PUC-RIO - Mestrado Profissional em Engenharia Urbana e Ambiental, Rua Marquês de São Vicente 225, Gávea, Rio de Janeiro, Brasil.

Contato: +5521994813061

E-mail: fabilanzil@gmail.com, celso.romanel@gmail.com, diretoria@conen.com.br

Introdução

O processo de urbanização no Brasil se iniciou de forma rápida e desordenada provocando inúmeros impactos negativos no âmbito social e ambiental. Dentre estes impactos, as inundações são consequências geradas pela modificação do meio natural. Desta forma, o presente trabalho tem por objetivo apresentar técnicas de controle para o manejo de águas pluviais, as quais acompanhadas de um gerenciamento e monitoramento satisfatórios, promovem o aumento da resiliência nas cidades.

Sendo assim, empregou-se como metodologia uma pesquisa bibliográfica de conceitos referentes ao tema, aplicada em um estudo de caso na bacia hidrográfica do Rio das Tintas, localizada na cidade do Rio de Janeiro. Foi elaborada simulação computacional através do modelo hidrológico-hidráulico *Storm Water Management Model* (SWMM), do US-EPA, o qual apresenta ferramentas para a aplicação de medidas de controle para o manejo de águas pluviais em áreas urbanas.

Sistema de manejo sustentável de águas pluviais

A expansão urbana promoveu a impermeabilização das cidades juntamente com a retificação de cursos d'água e a implantação de redes de microdrenagem. Este processo fomentou a redução do tempo de deslocamento das águas pluviais, além do incremento das vazões máximas, ocasionando a antecipação dos seus picos no tempo e consequentemente inundações em eventos de chuvas intensas.

Portanto, foram introduzidas tecnologias alternativas ou compensatórias de drenagem com o propósito de controlar o escoamento excedente. Segundo Canholi (2005), as medidas de controle podem ser divididas em estruturais e não estruturais, sendo as estruturais intensivas ou extensivas. As técnicas extensivas são responsáveis por intervenções destinadas ao controle de erosão, pequenos armazenamentos e principalmente à recomposição da cobertura vegetal, incentivando a infiltração das águas pluviais.

Por outro lado, dentre as medidas intensivas destacam-se os métodos de reservação a partir da construção de bacias de retenção ou detenção, ambas com o intuito de controlar de forma quantitativa e/ou qualitativa as águas pluviais. As bacias de retenção são reservatórios de superfície, os quais possuem um espelho d'água permanente, tendo como principal função, no âmbito da drenagem urbana, o amortecimento das cheias, além de tornar-se uma referência paisagística para a região.

As bacias de detenção destinam-se à retenção das águas pluviais superficiais durante o período chuvoso e possuem como finalidade principal o controle de quantidade e a redução da poluição difusa. Os reservatórios armazenam temporariamente um determinado volume para posterior liberação à rede de drenagem, a partir de dispositivos de controle, com o objetivo de amortecer o pico de vazão do hidrograma afluente e consequente retardo do tempo de pico.

As medidas não estruturais possuem papel fundamental para a minimização dos riscos de inundações, pois estas são responsáveis pela provisão legal e o planejamento físico das

áreas afetadas (Alves, 2005). Para a gestão da bacia hidrográfica, são necessários métodos de controle que envolvem a aplicação de leis e regulamentos juntamente com o planejamento estratégico do uso e ocupação do solo, programas de informação e educação ambiental, além da implantação de sistemas de alerta nas áreas sujeitas a inundações (Gomes, 2005).

A interação das técnicas de controle para o manejo de águas pluviais é parte integrante e essencial para o processo de desenvolvimento sustentável. O uso de ferramentas em prol da sustentabilidade tem sido fundamental para a gestão das cidades, sendo parâmetro para a elaboração de projetos desde a administração de riscos e incertezas ao aumento da resiliência urbana (Acserlad, 1999).

Estudo de caso

Com o objetivo de aplicar técnicas de manejo de águas pluviais e apresentar propostas de intervenções visando o controle de enchentes, foi contemplado estudo de caso, no âmbito da macrodrenagem, para a bacia hidrográfica do Rio das Tintas. Esta é uma bacia urbana, inserida no sistema de sub-bacias do rio Sarapuí, localizada na zona oeste da cidade do Rio de Janeiro, Brasil, como visualizado na Figura 1.

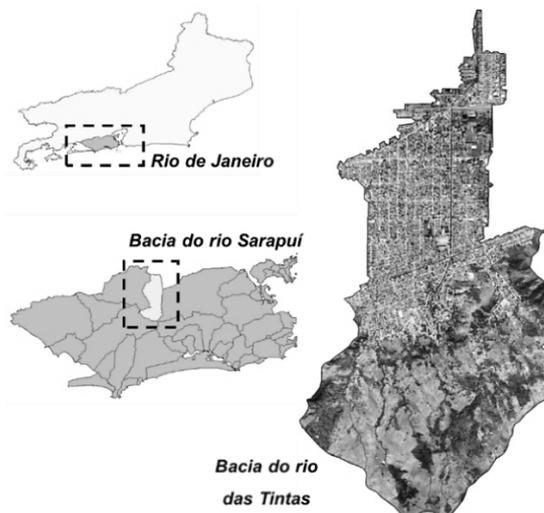


Figura 1.- Localização da bacia hidrográfica de estudo.

O rio Sarapuí deságua no rio Iguaçu, o qual possui como exutório a baía de Guanabara. A bacia do rio das Tintas, com 7,59 km² de área, está localizada na área de planejamento 5 (AP5) do município do Rio de Janeiro. A região é densamente ocupada em sua área de baixada e apresenta inundações frequentes em pontos críticos da bacia hidrográfica, o que demanda a elaboração de estudo hidrológico e hidráulico da área, de forma a propor intervenções visando o controle de cheias. Para isto, foram realizados dois cenários de simulação, no qual o cenário 1 refere-se ao diagnóstico atual da bacia e o cenário 2 apresenta condições futuras com a inclusão de propostas para o manejo sustentável de águas pluviais.

Para a realização do estudo foi utilizado o modelo *Storm Water*

Management Model (SWMM) que desenvolve o cálculo hidrológico a partir de métodos chuva-vazão, considerando que cada sub-bacia é tratada como um reservatório não-linear, no qual as contribuições são provenientes da precipitação e das sub-bacias situadas a montante. Os fluxos de saída ocorrem através do escoamento superficial, da infiltração e da evaporação.

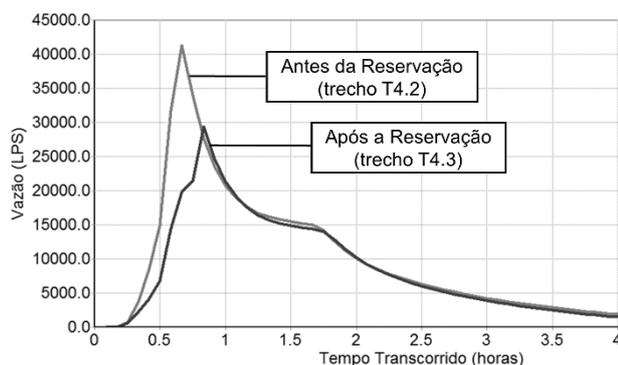
O modelo hidráulico admite que a rede de drenagem é constituída por um conjunto de nós e trechos, sendo o transporte das águas pluviais nos condutos regido pelas equações de conservação de massa e da quantidade de movimento para o fluxo gradualmente variado não permanente (LENHS, 2012). Neste estudo de caso, utilizou-se o modelo da onda dinâmica para o cálculo hidráulico, por considerar as equações completas de Saint Venant, modelando o fenômeno de forma mais realista e gerando resultados mais precisos.

A modelagem do cenário 1 foi elaborada a partir de uma série de dados obtidos em acervo técnico de órgãos municipais, bem como outras fontes de consulta. Foram coletados dados de hipsometria, base aérea com delimitação dos logradouros em coordenadas UTM, cadastros e projetos de redes de microdrenagem locais, perfis e seções transversais do canal do rio das Tintas e seus afluentes, além do plano diretor de manejo de águas pluviais da bacia hidrográfica do rio Sarapuí. Os dados foram inseridos no modelo com base nas características necessárias para cada nó, trecho e sub-bacia discretizada.

A série temporal foi realizada a partir de um hietograma em blocos alternados de acordo com o método do hidrograma unitário. Para isto, foi considerado um tempo de recorrência de 25 anos e o tempo de concentração da bacia foi determinado a partir do método cinemático e das equações de Kerby e George Ribeiro. A intensidade da precipitação foi calculada através da equação IDF, de acordo com Rio-Águas (2010), considerando-se que a referida área está inserida na área de abrangência do pluviômetro Bangu.

Os resultados do Cenário 1 apresentaram condutos e nós em sobrecarga, gerando inundações. Portanto, propõe-se para o cenário 2, como medida de controle, um reservatório de retenção em local estratégico para o amortecimento das vazões e retardo do tempo de pico. Isto pode ser verificado no Gráfico 1, que apresenta os hidrogramas no trecho afluente (trecho T4.2) e efluente (trecho T4.3) ao reservatório proposto, resultando em um amortecimento de 28,72% do pico de vazão de entrada no reservatório.

Gráfico 1.- Hidrograma nos trechos afluente e efluente do reservatório.



Considerando ainda a seção de deságue no rio Sarapuí, o reservatório *off-line* proposto promoveu uma redução do pico do hidrograma de cheia na ordem de 11,6%, de 74,8m³/s para 66,1m³/s, bem como um retardo de 15 minutos do tempo de pico. A bacia de retenção apresenta um orifício de fundo, responsável por direcionar o retorno do fluxo para a rede, por gravidade, e um vertedor de segurança.

A intervenção também está associada ao uso para fins múltiplos, propondo uma área recreativa integrada a espaços verdes. Além da bacia de retenção, foram propostas alterações em seções hidráulicas insuficientes, degraus para a redução de velocidade e a inclusão de biovaletas nas margens do canal na Rua Barão de Capanema, uma das principais vias da bacia hidrográfica.

Conclusões e recomendações

A utilização de técnicas para o controle e gerenciamento de cheias urbanas induzem a um aumento da resiliência das cidades aos eventos de chuvas intensas, na medida que promovem a redução dos picos dos hidrogramas e ainda, nos casos de medidas de reservação, o consequente retardo dos tempos de ocorrência dos mesmos. Em um estudo de caso na bacia do rio das Tintas, zona oeste da cidade do Rio de Janeiro, a elaboração de simulação computacional, através do modelo matemático SWMM, viabilizou a realização de um diagnóstico satisfatório, a partir do emprego de técnicas de controle capazes de mitigar os impactos negativos advindos de cheias urbanas.

Recomenda-se ainda, na elaboração de projetos de manejo de águas pluviais urbanas, a utilização de modelos matemáticos de simulação hidrológica e hidráulica, tendo em vista que permitem uma análise mais específica do fenômeno físico, viabilizando a construção de cenários. Ademais, o monitoramento contínuo e em tempo real de variáveis hidrológicas dão suporte aos gestores na tomada de decisões, em eventos de chuvas intensas.

Referências bibliográficas

- Acserlad, H.** (1999). “Discursos da Sustentabilidade Urbana”. *Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais*, nº1, p.79, Brasil.
- Alves, E.M.** (2005). “Medidas não-estruturais na prevenção de enchentes em bacias urbanas: Cenários para a bacia do Gregório, São Carlos - SP”. *Dissertação de mestrado em Ciências da Engenharia Ambiental*, USP, São Carlos, SP, Brasil.
- Canholi, A.P.** (2005). *Drenagem urbana e controle de enchentes*. São Paulo: Oficina de Textos, Brasil.
- Gomes, A.H.P.G.** (2005). “Identificação e avaliação de técnicas não convencionais para drenagem urbana com controle na fonte”. *Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil*, UFF, Niterói, Rio de Janeiro, Brasil.
- Herzog, C.P.** (2013). *Cidades para todos: (re)aprendendo a conviver com a natureza*. Rio de Janeiro: Manuad X: Inverde, Brasil.
- LENHS, UFPB.** (2012). *Manual do Usuário EPA SWMM 5.0 - Modelo de Gestão de Drenagem Urbana*. Procel Sanear, Eletrobrás, Paraíba, Brasil.
- Rio-Águas** (2010). *Instruções técnicas para elaboração de estudos hidrológicos e dimensionamento hidráulico de sistemas de drenagem urbana*. Prefeitura da cidade do Rio de Janeiro, Secretaria Municipal de Obras, Sub-secretaria de Gestão de Bacias Hidrográficas, Rio de Janeiro, Brasil.
- Rossman, L. A.; Huber, W. C.** (2017). *Storm Water Management Model – Reference Manual*. Volume II – Hydraulics (Revised), Cincinnati, OH: U. S. Environmental Protection Agency, U.S.