

APLICAÇÃO DO MODELO SWMM PARA AVALIAÇÃO DE TÉCNICA LID COM VALORIZAÇÃO DE CURSO D'ÁGUA

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: fabilanzi1@gmail.com, celso.romanel@gmail.com, diretoria@conen.com.br

Introdução

As inundações e alagamentos frequentes no meio urbano vêm causando inúmeras consequências negativas para sociedade e o meio ambiente. As transformações do meio natural, principalmente a impermeabilização do solo, desenvolveram um cenário onde o escoamento superficial é o principal fluxo de saída das precipitações, ocorrendo a redução dos processos de infiltração e evapotranspiração.

Com isso, este estudo objetiva a exposição e aplicação de medidas de baixo impacto ambiental (LID) para a redução do escoamento superficial, integradas a ações que valorizam os cursos d'água e produzem modificações positivas para a paisagem urbana e o sistema socioecológico. A partir disso, utiliza-se como linha metodológica a avaliação de biovaletas dispostas na margem de um curso d'água, localizado em uma bacia hidrográfica urbana na cidade do Rio de Janeiro, utilizando o modelo hidrológico-hidráulico *Storm Water Management Model* (SWMM).

Técnicas LID e a valorização de cursos d'água

Em todo o mundo, são desenvolvidos dispositivos e técnicas que visam a execução de sistemas de drenagem mais sustentáveis, controlando as grandes vazões geradas em curto tempo e tentando resgatar as condições hidrológicas e as funções ecológicas das bacias urbanas. Nos últimos anos, foram desenvolvidas diversas propostas com abordagens relacionadas à drenagem urbana sustentável, apontando a evolução dos conceitos no que se refere à interligação da natureza com o meio urbano.

No início da década de 70, principalmente nos Estados Unidos e Canadá, foi implementada uma abordagem pioneira no contexto de drenagem urbana, as denominadas BPM's (*Best Management Practices*), ou seja, melhores práticas de gestão. São definidas como um conjunto planejado de ações que são implantadas para a redução dos impactos da urbanização, principalmente no que se relaciona com a dissipação da poluição e o consequente controle da qualidade dos escoamentos (Fletcher *et al.*, 2015).

O termo LID (*Low Impact Development*), ou seja, desenvolvimento de baixo impacto ambiental, se caracteriza como a evolução dos BMP's, de forma que os projetos elaborados estão associados à paisagem multifuncional, incorporando técnicas de infiltração e armazenamento que buscam assemelhar-se as características da bacia pré-urbanizada. Além destes, outros termos como os SUD's (*Sustainable urban drainage systems*), ou o sistema WSUD (*Water sensitive urban design*) e os conceitos de infraestrutura verde propõem o controle de quantidade e/ou qualidade das águas pluviais, bem como o planejamento da conservação e restauração dos recursos naturais.

Dentre algumas das técnicas de baixo impacto ambiental que visam o controle na fonte das águas pluviais, estão as medidas de infiltração. Estas objetivam a redução do volume de chuva excedente a partir da penetração das águas nos espaços vazios existentes no solo ou na estrutura de controle, de forma a ocorrer o armazenamento temporário levando a infiltração e

percolação das águas no solo (Gomes, 2005). Estão entre alguns dispositivos de infiltração muito utilizados para a redução do escoamento superficial: trincheiras de infiltração, biovaletas, jardins de chuva, pavimentos porosos, telhados verdes, poços de infiltração, etc.

A valorização dos cursos d'água é parte integrante no planejamento de projetos que visam realçar os meios hídricos utilizando medidas de infiltração e desenvolvendo um ambiente sustentável e multidisciplinar para a sociedade. A partir disso, vêm sendo elaborados projetos de parques urbanos e lineares que estabelecem conexões através de corredores verdes, dispondo de áreas de lazer, ciclovias, biodiversidade e cultura, de forma a implementar o conceito de interação entre os sistemas ecológico e antrópico.

O Modelo hidrológico-hidráulico SWMM

Modelo é uma representação física ou matemática da realidade que busca reproduzir o comportamento de um sistema com o objetivo de prever a resposta deste de acordo com os dados de entrada impostos. Em drenagem urbana o sistema em estudo é a bacia hidrográfica, a partir de modelos matemáticos hidrológicos e hidráulicos que avaliam as vazões e os níveis de cheia, em função de determinado evento de precipitação e condições iniciais da bacia.

Existem diversos modelos hidrológicos-hidráulico aplicados à drenagem urbana. Para a avaliação realizada neste estudo, será utilizado o modelo *Storm Water Management Model* (SWMM), do US-EPA, de domínio público, utilizado por vários pesquisadores no âmbito da micro e macrodrenagem.

O modelo computacional tem como princípio a divisão das sub-bacias em áreas permeáveis e impermeáveis e sendo somente nas áreas permeáveis o cálculo da parcela infiltrada no solo. O SWMM permite o uso de quatro métodos para o cálculo da infiltração: Green-Ampt, Curva Número, Horton e Horton modificado, sendo todos os parâmetros relacionados ao tipo e condição do solo.

O modelo hidrológico do SWMM permite a introdução de dispositivos de controles LID's, ou seja, práticas de baixo impacto ambiental. Para a inserção da técnica LID, deve-se ajustar as propriedades relativas à porcentagem de área impermeável, de forma a compensar a área da sub-bacia, que agora é ocupada pelo dispositivo escolhido para a redução do escoamento superficial.

Aplicação de técnica LID em bacia hidrográfica urbana

Com o intuito aplicar as técnicas LID, utilizando o modelo SWMM, desenvolveu-se cenários antes e após a introdução de biovaletas nas margens do rio das Tintas. Este curso d'água está localizado na bacia hidrográfica do rio das Tintas, a qual está inserida na Bacia do Sarapuí, situada na cidade do Rio de Janeiro, Brasil.

Primeiramente, foi diagnosticado o cenário sem a inclusão dos dispositivos LID's, em que foram impostos todos os dados

necessários para a simulação hidrológica, introduzindo os dados das sub-bacias discretizadas, obtidos em acervo técnico de órgãos municipais, bem como outras fontes de consulta. O solo da região foi classificado, de acordo com o método SCS como classe C, conforme Embrapa (2004) e Sartori *et al* (2005). Este método foi utilizado para o cálculo da parcela infiltrável nas áreas permeáveis das sub-bacias.

Os dados referentes às precipitações são inseridos no modelo com base em uma série temporal determinada a partir de um hietograma em blocos alternados, de acordo com o método do hidrograma unitário. Para isto, a intensidade das chuvas foi calculada pela equação IDF, considerando os parâmetros específicos do pluviômetro de Bangu e um tempo de recorrência de 25 anos.

As biovaletas foram dispostas linearmente na Rua Barão de Capanema, uma das principais vias da bacia, de maneira a margear ambos os lados do canal. O modelo SWMM representa este tipo de dispositivo de acordo com a Figura 1.

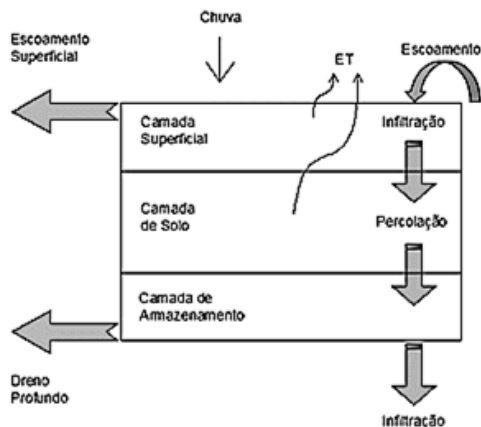


Figura 1.- Representação do controle LID (LENHS, 2012).

Para a simulação dos dispositivos no modelo, foram impostos valores referentes as características específicas de cada camada do dispositivo LID, como pode ser verificado na Tabela 1.

Tabela 1.- Características atribuídas as camadas dos dispositivos LID.

	Característica	Valor
Camada Superficial	Profundidade de Armazenamento (mm)	100
	Cobertura Vegetal	0,6
	Rugosidade Superficial	0,24
	Declividade Superficial (%)	0,8
Camada de Solo (Solo Franco Arenoso)	Espessura (mm)	700
	Porosidade	0,453
	Capacidade de Campo	0,19
	Ponto de murcha	0,085
	Condutividade Hidráulica (mm/h)	10,92
Camada de Armazenamento (infiltração para o solo classe C)	Declividade de Condutividade	5
	Potencial Matricial (mm)	109,98
	Altura (mm)	200
	Índice de Vazios	0,6
	Taxa de Filtração (mm/h)	5,05
	Fator de Colmatação	0

A partir da execução da simulação, analisa-se os resultados encontrados de forma a verificar os impactos gerados no sistema. Foi possível visualizar que as biovaletas de cada sub-bacia resultaram em uma perda por evaporação de 3,6% e uma perda por infiltração de 11,5% da precipitação total interceptada nas áreas ocupadas pelos dispositivos.

Além dos dispositivos LID's foram propostas para a área intervenções que favoreçam a valorização do curso d'água, como a implementação de ciclovias de ambos os lados do canal,

incentivando o uso de transporte não-motorizado, faixas de serviço para iluminação e arborização, bem como espaços de recreação integrados à área. Ademais, a qualidade da água é fator essencial para a valorização do meio hídrico e desta forma realizou-se uma pesquisa das fontes de poluição hídrica. Percebeu-se que é imperativa a implantação de projetos de sistemas de esgotamento sanitário separador absoluto na região, além da inclusão de programas de educação ambiental que instruem a sociedade quanto à importância da disposição correta dos resíduos sólidos, de forma que estes não contribuam para a poluição difusa.

Conclusões e Recomendações

Considerando, que a área de ocupação dos dispositivos LID é muito pequena em relação à área total da sub-bacia, tem-se uma porcentagem de perda por infiltração e evaporação proporcional à região ocupada pelas biovaletas. Desta forma, recomenda-se não somente a implantação destes dispositivos nas margens dos cursos d'água, mas também o uso de outras técnicas como telhados verdes e pavimentos porosos nos loteamentos. A utilização de técnicas LID em grandes áreas proporciona resultados mais significativos no que tange à redução do escoamento superficial, principalmente quando planejado, de forma conjunta, com a implementação de medidas intensivas no controle de cheias urbanas.

Verifica-se que o uso de modelos computacionais como o SWMM auxilia na elaboração de projetos para o manejo sustentável de águas pluviais, sendo uma excelente ferramenta para os gestores e pesquisadores. Ademais, a valorização de áreas que margeiam cursos d'água implica na implementação de uma paisagem urbana na qual os sistemas naturais e antrópicos se interagem, trazendo benefícios tanto para a sociedade quanto para o meio ambiente.

Referências bibliográficas

- Embrapa** (2004). Mapeamento pedológico e interpretações úteis ao planejamento ambiental do Município do Rio de Janeiro. Sergipe: Embrapa Tabuleiros Costeiros, Rio de Janeiro: Embrapa Solos, Brasil.
- Fletcher, T.D. et al.** (2015). "SUDS, LID, BMPs, WSUD and more – The evolution and application of terminology surrounding urban drainage". Urban Water Journal.
- 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, RJ, Brasil.
- LENHS, UFPA** (2012). Manual do Usuário EPA SWMM 5.0 - Modelo de Gestão de Drenagem Urbana. Procel Sanear, Eletrobrás, Paraíba, Brasil.
- Nunes, D. M.** (2017). "Gestão das Águas Pluviais Urbanas e Elementos da Infraestrutura Verde: Estudo de Caso da Bacia Hidrográfica do Rio Morto, Rio de Janeiro". UERJ, RJ, 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.** (2016). Storm Water Management Model – Reference Manual. Volume I – Hydrology. (Revised). Cincinnati, OH: U. S. EPA.
- Sartori, A. et al.** (2005). "Classificação Hidrológica de Solos Brasileiros para a Estimativa da Chuva Excedente com o Método do Serviço de Conservação do Solo dos Estados Unidos Parte 1: Classificação". RBRH, Volume 10, n.4, Brasil.
- Tomaz P.** (2010). Curso de Manejo de águas pluviais. Capítulo 17 - Infiltração e condutividade K. Brasil.
- Canhali J.F.** (2013). "Medidas de Controle "in situ" do escoamento superficial em áreas urbanas: Análise de Aspectos técnicos e legais". *Dissertação de Mestrado em Engenharia, PUC-SP*, Brasil.