



ANÁLISE DE IMPLEMENTAÇÃO DE MEDIDAS COMPENSATÓRIAS PARA O MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS URBANAS NO CAMPUS DARCY RIBEIRO DA UNB

Davi Martins de Aragão*

Universidade de Brasília/Departamento de Engenharia Civil e Ambiental/Brasília/Brasil

Sergio Koide

Universidade de Brasília/Programa de Pós-graduação em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos/Brasília/Brasil

RESUMO

A Universidade de Brasília, assim como a cidade em que está localizada, sofre com alagamentos recorrentes no período chuvoso devido à crescente impermeabilização do solo decorrente da ocupação urbana e do sistema de drenagem concebido e construído à época da criação da cidade. Esta pesquisa tem como objetivo o estudo de medidas mitigatórias desse tipo de problema e propõe a implantação de reservatórios de infiltração no canteiro localizado ao lado do estacionamento do Instituto Central de Ciências Norte, com vistas ao amortecimento das ondas de cheia com utilização dessa área livre, com limites que respeitem a passagem de pedestres e bicicletas. A proposta foi simulada no programa de simulação hidrológica e hidráulica PCSWMM 2D e foi analisada a quantidade de escoamento infiltrado e o impacto da medida no manejo das águas pluviais da área de intervenção. Como resultados, obteve-se reduções significativas da vazão máxima de escoamento superficial e da vazão total escoada nas áreas adjacentes. Entretanto mais a jusante não houve diferenças nesses itens analisados, devido ao fato de que a maior parte das águas pluviais que chegam à universidade terem origem na bacia a montante, acima da via L3 Norte.

PALAVRAS-CHAVE: Alagamentos, PCSWMM 2D, reservatórios de infiltração, LID.

ABSTRACT

The University of Brasília, as well as the city in which it is located, suffers from recurrent flooding in the rainy season due to the increasing waterproofing of the soil resulted from urban occupation and the drainage system designed and built at the time of the creation of the city. This research aims to study mitigating measures for this type of problem and proposes the implementation of infiltration reservoirs in the construction site located next to the parking lot of the Instituto Central de Ciências Norte, intending to dampen flood waves using this free area, with limits that respect the passage of pedestrians and bicycles. The proposal was simulated in the hydrological and hydraulic simulation program PCSWMM 2D to analyze the amount of infiltrated runoff and the impact of the measure on the management of rainwater in the intervention area. As a result, significant reductions were obtained in the maximum flow of surface runoff and the total flow in adjacent areas. However, further downstream, there were no differences in these analyzed items, considering most of the rainwater that reaches the university originates in the upstream basin, above the L3 North route.

KEYWORDS: Floods, PCSWMM 2D, infiltration reservoirs, LID.

1. INTRODUÇÃO

Constantes alagamentos fazem parte da realidade da cidade de Brasília durante o período chuvoso, assim como o foco de estudo desta pesquisa, a UnB. Esse

tipo de problema ocorre devido a vários fatores ligados ao crescimento populacional e à urbanização higienista até hoje vigente. O aumento da impermeabilização do solo diminui áreas vegetativas propícias à infiltração, o que aumenta o escoamento

*Autor correspondente: dvmartins05@gmail.com



superficial. Há preferência por sistemas higienistas de drenagem urbana, com rápida evacuação de águas pluviais, desenvolvidos sem maiores preocupações ambientais. Outrossim, fatores climáticos provindos da escalada da temperatura global e ilhas de calor causadas pela escolha arquitetônica de prédios espelhados e poucas áreas verdes nas cidades podem provocar eventos climáticos mais intensos ao longo dos anos (Souza, 2020).

Para trazer soluções de forma próxima ao cenário natural pré-urbanizado, propõe-se o uso de LIDs (Low Impact Development) (Tavanti e Barbassa, 2012), que são sistemas de drenagem sustentáveis, abrangendo trincheiras, valas de infiltração, telhados verdes e outros dispositivos, ideias para contrapor os sistemas de drenagem convencionais pela versatilidade com outros elementos do saneamento básico e pelo menor impacto ambiental gerado.

Dessa forma, este trabalho analisa o efeito da proposta de implementação de dois reservatórios de infiltração com paredes e fundo gramados, instalados no canteiro ao norte do estacionamento do ICC Norte, quantificando o quanto será infiltrado de águas pluviais por eles, e se haverá diminuição no escoamento superficial por meio desse mecanismo.

2. METODOLOGIA

2.1 Área de estudo

A UnB está situada em um terreno que apresenta declive em toda a Asa Norte, desde proximidades ao Autódromo de Brasília em direção ao lago Paranoá, criando caminhos para o escoamento superficial através do campus (Damasceno, 2021).

O estudo tem como área de estudo a ala norte da universidade, entre a Faculdade de Tecnologia (FT) e o Instituto Central de Ciências (ICC) Norte, composta por áreas gramadas, construídas com edifícios e pavimentações, e com cerca de 0,23 quilômetros quadrados divididos em 93 sub-bacias. Apesar de contar com áreas vegetadas significativas, estas não foram idealizadas para receber e infiltrar águas pluviais. O trecho também é composto principalmente de áreas impermeabilizadas, o que dificulta a percolação da água no solo e favorece o escoamento superficial rápido. O ICC é um prédio de grande comprimento (cerca de 700 m) construído com sua maior dimensão paralela às curvas de nível, constituindo-se num obstáculo à passagem das águas pluviais.



Figura 1. Sub-bacias da ala norte do Campus Darcy Ribeiro, Asa norte - UnB.

Fonte: PCSWMM Professional 2D.

2.2 Aplicação dos reservatórios de infiltração

Utilizando o programa de simulação PCSWMM 2D, foram analisados os efeitos da implementação de dois reservatórios de infiltração com dimensões de 500 m² e 580 m², no gramado situado entre o estacionamento e a via lateral, com área de aproximadamente 4700 m², delimitada pelas entradas norte do estacionamento. Essa área gramada tem calçadas, ciclovias e poucas árvores de pequeno porte, podendo ser um dos locais para a implantação de LIDs. O dimensionamento dos reservatórios levou em consideração a presença da calçada para largura máxima, com dimensões de 38,7 x 13,1 metros e 40,6 x 14,3 metros e ambos com profundidade de 0,5 metro, 1% de inclinação e conectados à macrodrenagem. A viabilidade do projeto foi verificada conforme Manual de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais Urbanas do Distrito Federal (ADASA, 2018), e teve seu impacto medido posteriormente pelo *software* citado.

Esse tipo de técnica compensatória tem como objetivo reter parte do escoamento superficial por infiltração e reduzir o volume da vazão que escoaria para pontos a jusante do local. Ademais, atua na diminuição da poluição difusa que pode chegar aos corpos d'água devido à sedimentação das partículas e à infiltração na zona subterrânea (Souza *et al.*, 2019).



Figura 2. Localização do canteiro para implementação de dois reservatórios de infiltração.

Fonte: Google Earth Pro.



Figura 3. Modelagem dos reservatórios de infiltração com o programa PCSWMM 2D.

Fonte: PCSWMM Professional 2D.

2.3 Modelagem no SWMM

Pela simulação, foram comparados dois cenários sob uma chuva de 2 anos de recorrência e uma hora de duração, um com a situação atual, sem intervenções, e outro com a presença das valas. Chuvas com tempo de retorno de 2 anos são chuvas de pouca intensidade e maior frequência, para analisar a atuação dos reservatórios em situações consideradas usuais. O cálculo da chuva de projeto foi realizado utilizando a curva de Intensidade – Duração – Frequência (IDF) recomendada para o Distrito Federal pelo PDDU-DF (GDF, 2009), conforme equação 1.

$$I = \frac{1574,70 T^{0,207}}{(t+11)^{0,884}} \quad (1)$$

Onde I é a intensidade da chuva (mm/h), T é o tempo de retorno em anos e t é o tempo de duração da chuva (min).

Para representar o escoamento vindo a montante da área de estudo, realizou-se a distribuição da vazão adicional em 10 nós da malha 2D por modelo calibrado por Costa (2013). A base do modelo foi disponibilizada e realizada por estudos anteriores de Damasceno (2021) e Souza (2020). Com isso pode-se obter previamente a divisão das sub-bacias, caracterização e identificação do solo e respectivos valores de número de escoamento CN, além das informações e locais da rede de macrodrenagem.

Para análise posterior, foi considerado os resultados das sub-bacias ao redor do sistema de drenagem proposto, de nomes S12, S13, S15789, S16, S17, S589 e S591. O processo de modelagem e tomada de resultados no programa foi realizado conforme Rossman (2015).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As simulações foram realizadas com chuvas de projeto de tempo de recorrência de 2 anos para medir a segurança do sistema diante de poucos eventos críticos. Foram escolhidas sete sub-bacias para análise da vazão máxima de escoamento e do escoamento superficial total, tendo em vista a proximidade e estarem a jusante das técnicas de controle, para a plena passagem da vazão sobre elas e poder gerar assim a infiltração esperada.

A tabela 1 apresenta valores quantitativos de vazão máxima de escoamento superficial e o escoamento superficial total sobre cada sub-bacia. O cenário Base indica a simulação sem a medida de controle e o cenário Reservatórios, com a medida. Já a tabela 2 apresenta a redução em porcentagem dessas variáveis em virtude da proposta.

Tabela 1. Valores da vazão de pico e do escoamento superficial total das sub-bacias próximas à intervenção proposta no cenário de base e no cenário com valas nas simulações com TRs = 2 anos.

Nome das sub-bacias	Vazão máxima de escoamento superficial		Escoamento superficial total	
	Base (m³/s)	Reservat ó-rios (m³/s)	Base (m³)	Reservat ó-rios (m³)
S12	0,05346	0,0478	76,61	68,5
S13	0,1106	0,09866	155,3	138,5
S15789	0,04615	0,04615	66,21	66,21
S16	0,02367	0,01906	33,92	28,20
S17	0,0519	0,0519	73,04	73,04
S589	0,03565	0,0324	50,68	46,33
S591	0,0457	0,04226	58,47	54,77

Fonte: PCSWMM Professional 2D.

Tabela 2. Reduções em porcentagem da vazão de pico e do escoamento superficial total das sub-bacias próximas à intervenção proposta no cenário de base e no cenário com valas nas simulações com TRs = 2 anos.

Nome das sub-bacias	Vazão máxima de escoamento superficial	Escoamento superficial total
	Redução (%)	Redução (%)
S12	10,59	10,59
S13	10,80	10,82
S15789	0	0
S16	19,48	16,86
S17	0	0
S589	9,12	8,58
S591	7,52	6,76

Fonte: PCSWMM Professional 2D.

Para as sub-bacias S12 e S13 foram obtidas reduções de 10% da vazão máxima e escoamento total, enquanto para a sub-bacia S16 obteve-se o melhor resultado, com redução de 19% para a vazão máxima e 17% para o escoamento total. Em seguida tem-se as sub-bacias S589 e S591 com reduções abaixo de 10%, e as sub-bacias S15789 e S17 com nenhuma mudança ou efeito expressado. Apesar disso, são resultados relevantes para se considerar uma futura implementação da proposição, principalmente considerando os serviços ecossistêmicos prestados pelos reservatórios infiltrando parte significativa da água que vai direto para o lago.

As sub-bacias para as quais não se obtiveram resultados podem ter como motivo sua posição relativa ao reservatório, pois o volume de ambas não descarrega nas valas a montante pela conformação da topografia local. Outrossim, a falta de resultados pode estar relacionada à faixa de influência da medida, que é considerada limitada devido a seu comprimento.

Os reservatórios por sua vez infiltraram, no período de 24 horas, 129,7 mm e 57,65 mm, gerando um total de 187,35 mm infiltrados. Ao considerar a área total de 1080 m² destinadas para os reservatórios de infiltração, tem-se como resultado um valor expressivo de 202 m³ de águas pluviais infiltradas em um dia.

Tabela 3. Valores da infiltração máxima e da infiltração total em 24 horas dos reservatórios na simulação com TRs = 2 anos.

Reservatórios	Infiltração máxima (mm/h)	Infiltração total (mm)
Reservatório 1	129,5	129,7
Reservatório 2	57,58	57,65

Fonte: PCSWMM Professional 2D.

4. CONCLUSÕES

A proposição apresentada nesta pesquisa procura atenuar o aumento progressivo do escoamento superficial decorrente do crescimento urbano, mudanças climáticas e impermeabilização do solo. Pelos resultados é possível avaliar o impacto positivo que esse tipo de medida pode trazer ao meio ambiente, com reduções consideráveis no escoamento total e na vazão máxima de escoamento para as sub-bacias a jusante dos reservatórios, como também no volume de água infiltrado, indicando que soluções de baixo impacto devem ser integradas aos sistemas de drenagem.

Outra forma de evitar possíveis alagamentos é melhorar as condições do sistema de drenagem a montante da universidade, para que uma menor vazão de escoamento vinda de outras áreas da Asa Norte chegue até o local, impedindo o pleno funcionamento da drenagem da área de estudo pela alta demanda.

Conclui-se que a melhoria proporcionada pelos reservatórios de infiltração pode ser considerada apenas local, com sub-bacias menos próximas recebendo a mesma quantidade de escoamento, o que indica que se deve redimensionar a microdrenagem da área. Também deve-se adotar mais tipos de LIDs nessa integração pelos benefícios ambientais, econômicos e funcionais.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pelas bolsas de pesquisa concedidas; à Maria Elisa Leite Costa pelo apoio e orientação; à CHI Water pela licença acadêmica do programa PCSWMM 2D; ao Felipe Damasceno pelos dados de simulação; à Giovana Vilas Bôas Laterza e à Gabriela Elise Silva Cavalcante pela colaboração.

REFERÊNCIAS

- ADASA – Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento Básico do Distrito Federal (2018). *Manual de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais Urbanas do Distrito Federal*. Brasília: ADASA.
- Costa, M. E. L. (2013). *Monitoramento e modelagem das águas da drenagem urbana na bacia do lago Paranoá*. Dissertação de Mestrado, Universidade de Brasília, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Brasília, DF, 179p.
- Damasceno, F.L. (2021). *Avaliação do sistema de manejo de águas pluviais na Universidade de Brasília por simulações 1D-2D*, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 72p.
- GDF – Governo do Distrito Federal, Secretaria de Estado de Obras. (2009). *Plano Diretor de Drenagem Urbana do Distrito Federal*. Concremat Engenharia, Brasília, DF.
- Rossman, L. A. (2015). *Storm Water Management Model User's Manual Version 5.1*. Cincinnati (EUA): USEPA (United States Environment Protection Agency).
- Souza, A.P.B.C. (2020). *Monografia de Projeto Final*, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 89p.
- Souza, F. P.; Costa, M.E.L.; Koide, S. (2019). *Hydrological Modelling and Evaluation of Detention Ponds to Improve Urban Drainage System and Water Quality*. Water, 17p.
- Tavanti, D.R.; Barbassa, A.P. (2012). *Análise dos Desenvolvimentos Urbanos de Baixo Impacto e Convencional*. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, 17-28p.