

XXIII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HIDRÍCOS

ESTUDO PARA IMPLANTAÇÃO DE TÉCNICAS DE DRENAGEM SUSTENTÁVEL NA REGIÃO ADMINISTRATIVA GUARÁ II DO DISTRITO FEDERAL

*Marilia Candida Pinto Borges*¹ ; *Maria Elisa Leite Costa*² & *Conceição De Maria Albuquerque
Alves*³

RESUMO – O presente trabalho buscou analisar quantitativamente o escoamento superficial de duas bacias selecionadas para os estudos e localizadas no Guará II/DF, propondo soluções de drenagem sustentável capazes de melhorar o desempenho do sistema. Foram simulados 6 cenários com arranjos de técnicas compensatórias que foram comparados com o Cenário Base (sistema de drenagem atual). As simulações mostraram que as técnicas aplicadas foram capazes de reduzir a vazão de pico, possibilitando o atendimento à legislação local, reduzindo o número de extravasamento dos PVs em até 80%. Foi realizada uma análise de custo com base na relação custo/eficiência (R\$/m³ abatido) de implementação das técnicas compensatórias. Nesta análise o cenário de melhor relação custo/eficiência mostrou que são necessários apenas R\$ 94,07 para a redução de 1 m³ de volume de escoamento superficial. Os resultados do projeto mostraram que a aplicação de técnicas de drenagem sustentável é capaz de melhorar o desempenho do sistema e o investimento em alternativas sustentáveis resultam na redução no volume escoado.

ABSTRACT – The present work sought to quantitatively analyze the surface runoff of two basins selected for the studies and the presence of Guará II/DF, proposing sustainable drainage solutions capable of improving the performance of the system. Six scenarios were simulated with compensatory techniques added that were compared with the Base Scenario (original network). The simulations showed that the applied techniques were able to reduce peak flow, enabling compliance with legislation, and reducing the number of overflow of PVs by up to 80%. A cost analysis was performed based on the cost/efficiency ratio (R\$/m³ depleted) of the implementation of compensatory techniques. In this analysis, the best cost/efficiency scenario showed that only R\$ 94.07 is needed to reduce 1 m³ of runoff volume. The results of the project showed that the application of sustainable drainage techniques can improve the performance of the system and the investment in sustainable alternatives results in the reduction in the drained volume.

Palavras-Chave – Drenagem Sustentável; Análise de Custos; Modelagem SWMM.

1) Engenheira Ambiental; Qnp 14 conjunto E lote 50, Ceilândia Sul; mcandida92@gmail.com

2) Doutoranda pelo Programa de Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos da UnB. Universidade de Brasília, Faculdade de Tecnologia, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental. Campus Universitário Darcy Ribeiro, SG -12, Sala 04, Asa Norte, marinaelisa@unb.br

3) Professora do Programa de Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos da Universidade de Brasília. Universidade de Brasília, Faculdade de Tecnologia, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental. Campus Universitário Darcy Ribeiro Asa Norte, SG 12. calves@unb.br

INTRODUÇÃO

A busca por melhores condições de vida favoreceu a intensificação dos processos de urbanização de forma desordenada e sem planejamento, que resultaram em significativos impactos na gestão das águas urbanas. Dentre estes, podem-se destacar os alagamentos que são consequência das modificações do uso e ocupação do solo, causadas pelo aumento da impermeabilização das superfícies, como também o aumento das áreas expostas e das fontes de poluição difusa, que por sua vez resultam em erosão, assoreamento de corpos hídricos, aumento da velocidade do escoamento superficial e da vazão de pico, e em mudanças significativas na qualidade da água nos corpos hídricos receptores destas águas pluviais.

Os sistemas de drenagem urbana tradicionais têm o objetivo de solucionar os problemas dos alagamentos, no entanto, nem sempre são capazes de suportar o aumento escoamento e também não consideram os problemas da qualidade das águas pluviais. A fim de tornar os sistemas de drenagem mais resilientes existem as soluções de Desenvolvimento de Baixo Impacto ou *Low Impact Development* (LIDs) que visam não prejudicar áreas à jusante, e tentar garantir segurança hídrica em termos de quantidade e qualidade da água por meio de técnicas que promovam a infiltração das águas pluviais.

Uma importante ferramenta de estudo para se conhecer o comportamento dos processos hidrológicos é a modelagem. Esta pode ser realizada com o auxílio de programas computacionais como, por exemplo, o SWMM, que consiste em um modelo de simulação de chuva-escoamento dinâmico usado para a simulação da quantidade e qualidade de escoamento, principalmente, das áreas urbanas. Este programa permite analisar o funcionamento de uma rede de drenagem e aplicar as estruturas LIDs para a criação de cenários de drenagem sustentável para analisar seus benefícios, bem como analisar a qualidade das águas pluviais urbanas da região de interesse. O PCSWMM é um programa que usa como algoritmos de base o SWMM, mas possui um Sistema de Informação Geográfica integrado, bem como permite uma abordagem 2D e a interação com programas de georreferenciamento.

O estudo desenvolvido neste artigo foi realizado na Região Administrativa do Guará do Distrito Federal – DF. O DF é uma região do país que está em constante crescimento e o Guará II se destaca por ter sofrido um processo intenso de urbanização e por possuir cursos d'água receptores de águas pluviais de grande importância para a região, como o Ribeirão Guará e Riacho Fundo. Com um sistema de drenagem convencional, essa área tem passado por diversos problemas com as intensas chuvas, como os alagamentos.

Em 2011, a Agência Reguladora Distrital, ADASA, publicou a Resolução nº 09 que “estabelece os procedimentos gerais para requerimento e obtenção de outorga de lançamento de águas pluviais em corpos hídricos de domínio do Distrito Federal” e determina, em seu Art. 5º, que a vazão máxima de lançamento de águas pluviais em corpo hídrico superficial é de **24,4 L/s.ha** para o tempo de retorno de 10 anos.

Neste contexto, foi realizada a análise da rede de drenagem em duas sub-bacias do Guará II para o desenvolvimento da modelagem de técnicas compensatórias com o objetivo de obter a relação custo/eficiência de investimento em relação à redução do volume de escoamento superficial. Considerando a necessidade de atender ao que é preconizado pela ADASA a modelagem no PCSWMM buscou avaliar a rede de drenagem existente e os resultados das propostas alternativas, de modo a identificar a solução que atendesse à legislação e que fosse capaz de garantir o não extravasamento e sobrecarga dos poços de visita da rede de drenagem, ou seja, que garantisse o melhor desempenho do sistema de drenagem local.

METODOLOGIA

O presente estudo foi realizado em duas áreas da região administrativa do Guará II/DF denominada como Bacia 1 com área de 23,19 ha e Bacia 2 com área de 30,86 ha, apresentadas na Figura 1.

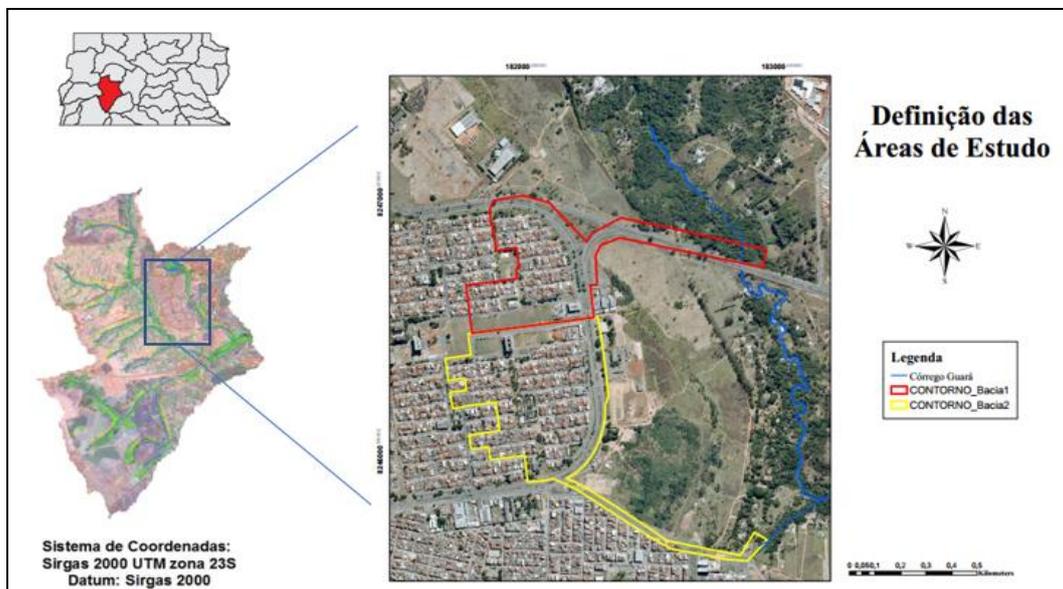


Figura 1 – Mapa de delimitação das áreas de estudo – ADAPTADO de CODEPLAN (2015).

Foram criados cenários de modelagem a serem simulados no PCSWMM, conforme observado na Tabela 1 e utilizou-se o Cenário Base (Rede de drenagem existente, sem intervenções) para realizar as comparações. A modelagem foi realizada com uma chuva de projeto definida pelo PDDU/DF para os tempos de retorno de 10 e 2 anos. Com isso foi possível identificar os pontos

críticos da rede, ou seja, aqueles passíveis de extravasamento e sobrecarga, e propor cenários com técnicas sustentáveis aplicadas nas áreas mais críticas.

Tabela 1 – Cenários de modelagem.

| Cenário | Características | | Tempo de Retorno Aplicado |
|--------------|---|--|---------------------------|
| Cenário Base | Rede de drenagem urbana da área de estudo sem intervenções | | TR 2 e 10 anos |
| Cenário 1 | Inserção de uma bacia de detenção de grande volume no final da rede de drenagem existente | | TR 10 anos |
| | Bacia 1 | Bacia 2 | |
| | 1D: Bacia de detenção com volume de 13.502 m ³ | 1B: Bacia de detenção com volume de 3.636 m ³ . | |
| Cenário 2 | Inserção de bacias de detenção de pequeno volume ao longo dos pontos críticos da rede, identificados de acordo com o cenário base | | TR 10 anos |
| | 2C: Volume total das bacias de detenção de 10.300 m ³ . | 2C: Volume total das bacias de detenção de 3.640 m ³ . | |
| Cenário 3 | Inserção de trincheiras de infiltração em pontos estratégicos da área de estudo | | TR 2 anos |
| | 3A: Trincheiras inseridas em todos os lotes da Bacia 1. | 3A: Trincheiras inseridas em apenas alguns lotes da Bacia 2. | |
| Cenário 4 | Inserção de pavimentos permeáveis em vias pavimentadas da área de estudo | | TR 2 anos |
| | 4B: Pavimentos inseridos em todas as vias pavimentadas da Bacia 1. | 4E: Pavimentos inseridos em quase todas as vias pavimentadas da Bacia 2. | |
| Cenário 5 | Inserção de trincheiras de infiltração e de pavimentos permeáveis | | TR 2 anos |
| | 5B: Associação dos cenários 3A e 4B. | 5B: Associação dos cenários 3A e 4E. | |
| Cenário 6 | Inserção de trincheiras de infiltração, pavimentos permeáveis e bacias de detenção | | TR 2 anos |
| | 6A: Cenário 5B com inserção de bacias de detenção com volume total de 7.680 m ³ . | 6A: Cenário 5B com inserção de bacias de detenção com volume total de 4.800 m ³ . | |

A modelagem no PCSWMM requer alguns parâmetros de entrada, além da chuva de projeto, a caracterização da área em termos de uso e ocupação do solo, declividade, hidrografia, MDT, entre outros. Foi definido, também, que a representação da infiltração por meio do método SCS, cujos valores do CN correspondentes às classes de interesse na área de estudo são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 – Valores de CN aplicados no estudo.

| Classe | CN |
|------------------|----|
| Área Comercial | 89 |
| Área Residencial | 89 |
| Pavimentos | 98 |
| Solo Exposto | 68 |
| Vegetação | 25 |

Para este estudo não foi possível realizar a calibração e verificação da modelagem devido à ausência de dados de vazão. Por este motivo também foi aplicado o método racional para comparar os valores da vazão de pico com as das simulações de escoamento superficial.

Realizou-se, também, a análise de custo das intervenções propostas nos cenários. Para tanto, utilizaram-se dados financeiros do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI), de outubro de 2018, para as estruturas LIDs e os valores fornecidos pelo Contrato da NOVACAP 2018 para as Bacias de Detenção do Vicente Pires/DF. Foram considerados apenas os custos de investimento (construção).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Método Racional

O método racional é determinado pela equação 1:

$$Q = \frac{C \cdot I \cdot A}{360} \quad (1)$$

Onde: Q = vazão de pico (m³/s); C = Coeficiente de escoamento superficial (adimensional); I = Intensidade média da chuva (mm/h); e, A = área da bacia (ha).

O coeficiente de escoamento foi adotado de acordo com os valores de referência estabelecidos no TR da NOVACAP, Companhia responsável pela elaboração e execução dos projetos de drenagem do DF, a intensidade média da chuva foi calculada pela Curva I-D-F do PDDU/DF, considerando a duração da chuva igual ao tempo de concentração da bacia. Com isso os resultados da aplicação do método racional para as Bacias 1 e 2 são apresentados na Tabela 4.

Tabela 4 – Resultados do método racional.

| | Bacia 1 | Bacia 2 |
|---|----------------|----------------|
| Área total (ha.) | 23,19 | 30,86 |
| Tempo de Retorno (anos) | 10 | 10 |
| Maior extensão de drenagem (km) | 1,507 | 1,692 |
| Declividade (m/m) | 0,089 | 0,024 |
| Coeficiente de escoamento (adimensional) | 0,4792 | 0,3700 |
| Tempo de concentração (min.) | 16,21 | 26,42 |
| I (mm/h) | 136,73 | 103,16 |
| Q_{mét.racional} (m³/s) | 4,221 | 3,272 |
| Q_{PCSWMM} (m³/s) | 3,514 | 2,622 |
| Erro percentual | 16,74 | 19,86 |

Observa-se que os valores da vazão de pico gerada no modelo hidrológico PCSWMM e por meio do método racional apresentam diferenças menores que 20% é possível afirmar que os resultados da simulação são satisfatórios (Costa, 2013; Franco, 2004). O erro entre os valores gerados é de cerca de 16,74% para a Bacia 1 e 19,86% para a Bacia 2. A Novacap recomenda o uso do método racional para dimensionamento de rede de drenagem em áreas de contribuição de até 200 ha, porém esse método é bastante limitado por não considerar a transferência de vazões entre os condutos e PVs, devendo ser utilizado somente para estudos iniciais.

Comparação dos Cenários

Os cenários utilizados na simulação do PCSWMM foram capazes de demonstrar o efeito da inserção de bacias de retenção e de estruturas LIDs no sistema de drenagem em estudo. Foram escolhidos como parâmetros, os números de PVs extravasados e sobrecarregados, a vazão de saída e volume de escoamento total para cada um destes cenários. As Tabelas 5 e 6 apresentam os resultados obtidos para as Bacias 1 e 2, respectivamente.

Tabela 5 – Comparação dos melhores cenários para a Bacia 1.

| Cenário | PVs com Extravasamento | PVs com Sobrecarga | Vazão de saída (m ³ /s) | Volume de escoamento (m ³) |
|------------------------------------|------------------------|--------------------|------------------------------------|--|
| Cenário Base (TR = 10 anos) | 24 | 67 | 3,121 | 101.400,00 |
| 1D | 25 | 67 | 0,5702 | 101.400,00 |
| 2C | 21 | 52 | 0,5641 | 99.780,00 |
| Cenário Base (TR = 2 anos) | 20 | 53 | 2,928 | 72.640,00 |
| 3A | 21 | 38 | 2,928 | 41.240,00 |
| 4B | 10 | 33 | 2,107 | 42.820,00 |
| 5B | 8 | 29 | 1,974 | 16.710,00 |
| 6A | 10 | 26 | 0,5704 | 42.820,00 |

Tabela 6 – Comparação dos melhores cenários para a Bacia 2.

| Cenário | PVs com Extravasamento | PVs com Sobrecarga | Vazão de saída (m ³ /s) | Volume de escoamento (m ³) |
|------------------------------------|------------------------|--------------------|------------------------------------|--|
| Cenário Base (TR = 10 anos) | 39 | 69 | 1,297 | 137.100,00 |
| 1B | 33 | 70 | 0,745 | 137.100,00 |
| 2C | 38 | 65 | 0,7504 | 134.000,00 |
| Cenário Base (TR = 2 anos) | 36 | 55 | 1,146 | 98.300,00 |
| 3A | 33 | 46 | 1,142 | 38.979,00 |
| 4E | 15 | 21 | 0,8811 | 83.170,00 |
| 5B | 6 | 15 | 0,7895 | 21.300,00 |
| 6A | 4 | 11 | 0,5704 | 21.300,00 |

Tanto para a Bacia 1 quanto para a Bacia 2, nos cenários apenas com bacias de retenção, foi possível notar uma melhora na vazão de saída, pois esse era o objetivo desta modelagem, mas em termos de geração volume de escoamento não houve redução, o que também é observado no trabalho de Fileni (2017), que em seu caso só obteve abatimento do volume escoado com a inserção de pavimento permeáveis em sua área de estudo. Em termos de melhora da rede de drenagem por meio da redução de PVs com extravasamento e sobrecarga os resultados mostram que não há muita mudança em relação ao Cenário Base para ambas as Bacias, sendo identificado um aumento de PVs com sobrecarga no Cenário 1B da Bacia 2. Este resultado confirma a eficiência das bacias no final da rede amortecimento da vazão, porém, não proporciona melhorias ao longo da rede de drenagem.

Considerando os cenários modelados para o TR = 2 anos para a Bacia 1 é possível notar a evolução da performance da alternativa de acordo com os parâmetros de cada cenário simulado. A vazão de saída é um parâmetro que só apresenta reduções significativas no último cenário, uma vez que seu objetivo era alcançar a vazão máxima permitida. Já o volume de escoamento reduz consideravelmente com a implementação das estruturas em cada cenário, assim como o número de PVs com extravasamento e sobrecarga. O melhor cenário para a Bacia 1 é o Cenário 6A que é capaz de atender a todos os objetivos propostos.

Quando analisados os cenários simulados com o TR = 2 anos para a Bacia 2 é possível notar a evolução dos parâmetros com a inserção de estruturas LIDs em diferentes arranjos, principalmente no cenário que integra todas as opções de técnicas compensatórias implementadas no presente estudo. A vazão de saída reduz gradativamente em cada cenário até atender a resolução da ADASA no Cenário 6A. Este cenário é considerado o melhor para a Bacia 2, uma vez que é capaz de atender à legislação e de reduzir consideravelmente o número de PVs com extravasamento e sobrecarga, bem como o volume de escoamento, garantindo um melhor desempenho da rede de drenagem.

Com isso é possível afirmar que a aplicação de bacias de retenção em pontos estratégicos da rede de drenagem pode garantir o atendimento às especificações, em termos de vazões de saída máxima de um sistema. A aplicação de estruturas LIDs, como trincheiras de infiltração e pavimentos permeáveis, são capazes de melhorar o desempenho da rede em termos de poços de visitas com extravasamento e sobrecarga e no que diz respeito ao volume de escoamento na área de estudo. Quando associadas entre si, tais técnicas compensatórias são capazes de atender aos objetivos propostos, resultando em melhorias importantes na rede de drenagem existente. É possível observar um comportamento semelhante em diversos trabalhos nos quais se analisaram o efeito da inserção de técnicas compensatórias em redes de drenagem com o objetivo de reduzir a vazão de pico e o volume de escoamento superficial, bem como melhorar o desempenho da rede de drenagem. Pode-se citar os trabalhos de Fileni (2017), Camuzi (2017), Silva (2017) e Silva (2016), todos realizados em áreas do Distrito Federal, que indicam que a inserção de bacias de retenção consegue reduzir a vazão de pico do sistema e a inserção de estruturas LIDs contribuem para a redução do volume de escoamento superficial e para a melhora do desempenho da rede de drenagem.

Análise de Custo

A análise de custo realizada no presente projeto tem como objetivo estabelecer uma relação de custo/eficiência por m³ de escoamento superficial abatido no hidrograma com a implementação de bacias de retenção e estruturas LIDs (trincheiras de infiltração e pavimentos permeáveis) nas áreas de estudo. O abatimento foi calculado considerando o volume de escoamento no Cenário Base

subtraído do volume de escoamento do cenário de análise. A relação custo/eficiência é dada pelo custo total de investimento dividido pelo abatimento promovido pela implementação das alternativas propostas em cada cenário. As Tabelas 7 e 8 apresentam os resultados obtidos para as Bacias 1 e 2, respectivamente.

Tabela 7 – Análise de custo para a Bacia 1.

| Cenário | PVs com Extr. | PVs com Sobr. | Volume de escoamento (m ³) | Abatimento (m ³) | Abatimento (%) | Custo (R\$) | Relação Custo/Eficiência (R\$ por m ³ reduzido no volume de escoamento) |
|-----------------------------|---------------|---------------|--|------------------------------|----------------|------------------|--|
| Cenário Base (TR = 10 anos) | 24 | 67 | 101.400,00 | - | - | - | - |
| 1D | 25 | 67 | 101.400,00 | 0 | 0,00 | R\$ 3.161.697,61 | 0 |
| 2C | 21 | 52 | 99.780,00 | 1.620 | 1,60 | R\$ 2.458.885,94 | R\$ 1.517,83 |
| Cenário Base (TR = 2 anos) | 20 | 53 | 72.640,00 | - | - | - | - |
| 3A | 21 | 38 | 41.240,00 | 31.400 | 43,23 | R\$ 205.765,60 | R\$ 6,55 |
| 4B | 10 | 33 | 42.820,00 | 29.820 | 41,05 | R\$ 5.526.724,66 | R\$ 185,34 |
| 5B | 8 | 29 | 16.710,00 | 55.930 | 77,00 | R\$ 3.442.776,50 | R\$ 61,56 |
| 6A | 10 | 26 | 42.820,00 | 56.090 | 77,22 | R\$ 5.276.198,25 | R\$ 94,07 |

Tabela 8 – Análise de custo para a Bacia 2.

| Cenário | PVs com Extr. | PVs com Sobr. | Volume de escoamento (m ³) | Abatimento (m ³) | Abatimento (%) | Custo (R\$) | Relação Custo/Eficiência (R\$ por m ³ reduzido no volume de escoamento) |
|-----------------------------|---------------|---------------|--|------------------------------|----------------|------------------|--|
| Cenário Base (TR = 10 anos) | 39 | 69 | 137.100 | - | - | - | - |
| 1B | 33 | 70 | 137.100 | 0 | 0 | R\$ 868.010,61 | 0 |
| 2C | 38 | 65 | 134.000 | 3.100 | 2,26 | R\$ 868.965,52 | R\$ 280,31 |
| Cenário Base (TR = 2 anos) | 36 | 55 | 98.300 | - | - | - | - |
| 3A | 33 | 46 | 38.979 | 59.321 | 60,35 | R\$ 354.152,83 | R\$ 5,94 |
| 4E | 15 | 21 | 83.170 | 15.130 | 15,39 | R\$ 6.524.242,63 | R\$ 431,21 |
| 5B | 6 | 15 | 21.300 | 77.000 | 78,33 | R\$ 6.917.833,99 | R\$ 89,84 |
| 6A | 4 | 11 | 21.300 | 77.000 | 78,33 | R\$ 8.063.722,58 | R\$ 104,72 |

A relação custo/eficiência mostra o valor do investimento por unidade de volume do escoamento superficial abatido. A exemplo disso, pode-se analisar o Cenário 6A, que, para a Bacia 1, indica que devem ser investidos R\$ 94,07 para cada 1 m³ de volume escoado, enquanto que o cenário 5A seria o de melhor relação custo/benefício, pois são necessários apenas R\$ 61,56 por m³ de volume de escoamento abatido, promovendo um abatimento de 77%. Para a Bacia 2, tem-se que

o cenário de melhor relação benefício/custo seria o cenário 5B que custa R\$ 89,84 por cada 1 m³ de abatimento no volume do escoamento superficial, promovendo o abatimento de cerca de 78%.

CONCLUSÃO

A inserção de bacias de retenção ou LIDs (pavimentos permeáveis ou trincheiras de infiltração) proporcionaria melhorias ao sistema de drenagem atual no Guará II. A partir dos resultados da modelagem foi possível notar que os cenários nos quais as técnicas eram aplicadas associadas entre si foram mais satisfatórios considerando o atendimento à legislação e a melhora do desempenho da rede de drenagem. Para as duas bacias de estudo o cenário que apresentou melhores resultados foi o Cenário 6A, no qual foram inseridas as 3 técnicas propostas nas áreas de estudo. Este cenário possibilitou que a vazão de saída máxima fosse atendida (B1: Q_{máx.} = 0,57 m³/s e B2: Q_{máx.} = 0,75 m³/s) e foi capaz de reduzir o número de PVs com extravasamento e sobrecarga em mais de 50% para a Bacia 1 e mais de 80% para a Bacia 2.

A análise de custo foi realizada para todos os melhores cenários propostos. Os valores de referência utilizados foram provenientes do SINAPI e consideraram os serviços necessários para a implementação de cada alternativa. A relação de custo/eficiência foi definida em R\$ por m³ de escoamento superficial abatido no sistema com a implementação das técnicas compensatórias. Sugere-se que em análises futuras, a relação custo/eficiência seja avaliada para diferentes medidas de análise, tais como redução no número de PVs com extravasamento, redução de pico etc.

O Cenário 6, considerado o melhor cenário para as duas bacias de estudo, foi o que apresentou o maior custo de implementação, cerca de R\$ 5,2 milhões e R\$ 8 milhões para as Bacias 1 e 2, respectivamente. A sua relação custo/eficiência para a Bacia 1, indica que a cada R\$ 94,07 investidos será abatido 1 m³ do volume de escoamento do sistema, já para a Bacia 2 este resultado é alcançado com o investimento de R\$ 104,72. O cenário de menor relação custo/eficiência foi o Cenário 3A que mostra que a cada R\$ 6,55 e R\$ 5,94 investidos haverá a redução de 1 m³ de volume escoado, para as Bacias 1 e 2, respectivamente. Esses valores provam que é possível obter reduções no volume escoado no sistema investindo pequenos valores e, embora este não seja o melhor cenário, há uma redução no volume de escoamento superficial que é capaz de proporcionar um alívio ao sistema, melhorando seu desempenho.

O projeto realizado mostrou que as técnicas de drenagem sustentável foram capazes de atender às especificações da Resolução nº 09/2011 da ADASA e melhorar o desempenho da rede. No entanto, os problemas identificados ainda não foram completamente solucionados, sendo necessária a implementação e outras medidas estruturais e não estruturais de drenagem, considerando inclusive a possibilidade da inclusão de medidas na escala de lote.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADASA. (2011). *Resolução n° 09, de abril de 2011*.
- CAMUZI, V. T. M. (2017). *Análise da drenagem urbana no riacho fundo*. Monografia de Projeto Final, Universidade de Brasília, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Brasília, DF, 98p.
- COSTA, M. E. L. (2013). *Monitoramento e modelagem de águas de drenagem urbana na bacia do Lago Paranoá*. Dissertação de Mestrado, Universidade de Brasília, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Brasília, DF, 179p.
- DISTRITO FEDERAL, Secretaria de Estado de Obras. (2009). *Plano Diretor de Drenagem Urbana do Distrito Federal*. CONCREMAT ENGENHARIA. v. 8. 104p.
- FILENI, F. (2017). *Modelagem quantitativa da drenagem urbana e proposições de drenagem sustentável para a região de Ceilândia-DF*. Monografia de Projeto Final, Universidade de Brasília, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Brasília, DF, 93p.
- FRANCO, E. J. (2004). *Dimensionamento de bacias de retenção das águas pluviais com base no método racional*. Dissertação de mestrado. Universidade Federal do Paraná, Setor de Tecnologia, Curitiba, PR, 143p.
- NOVACAP – Companhia Urbanizadora da Nova Capital. (2012). *Termo de referência e especificações para elaboração de projetos de sistema de drenagem pluvial no Distrito Federal*. Brasília: NOVACAP-DU-DEINFRA.
- SILVA, E. C. B. (2016). *Avanço da Urbanização em Vicente Pires – DF, Análise da Rede de Drenagem associada a medidas Compensatórias Utilizando o Modelo SWMM e ABC*, Monografia de Projeto Final, Universidade de Brasília, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Brasília, DF, 86p.
- SILVA, T. J. B. (2017). *Avaliação da rede de drenagem urbana do setor habitacional taquari – df*. Monografia de Projeto Final, Universidade de Brasília, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Brasília, DF, 79p.
- SINAPI. (2018). *Indicadores IBGE - Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil SINAPI*, 609p.