



ANÁLISE DA DRENAGEM URBANA NO RIACHO FUNDO – DF – BRASIL

Clarice Carvalho Silva ^{1}, Maria Elisa Leite Costa ², Thays Mitsuko Tsuji ³ & Sérgio Koide ⁴*

Resumo - Brasília, apesar de ser uma cidade planejada, não teve um planejamento adequado relacionado à gestão de água, utilizando sistemas de drenagem convencional que não levam em conta problemas relacionados a qualidade de água e inundações. Com isso, este trabalho faz parte de um esforço para caracterizar os sistemas de águas pluviais existentes em Brasília que contribuem para o Lago Paranoá, tendo como foco a região administrativa do Riacho Fundo, com uma área de 191,4 ha. Para avaliar o sistema de drenagem existente e para estudar possíveis BMPs, utilizou-se modelo PCSWMM™ e plataforma SIG para simular os processos hidráulicos e hidrológicos. Foram simulados três cenários sem calibração, com uma chuva de projeto indicada no Plano Diretor de Drenagem Urbana (PDDU), com tempo de retorno de 10 anos em blocos alternados a cada cinco minutos. No cenário atual, a vazão de pico atingiu 20,341 m³/s, demonstrando que o atual sistema de drenagem urbana não suporta o escoamento superficial gerado, sendo necessária a implantação de cenários alternativos, com a utilização de bacias de retenção, atendendo o estabelecido na legislação local quanto à outorga de águas pluviais e que se apresentaram viáveis quanto ao armazenamento do volume excedente e redução dos impactos dessas águas no corpo hídrico receptor.

Palavras-Chave – SWMM, modelagem hidrodinâmica, drenagem sustentável, bacia de retenção.

URBAN DRAINAGE ASSEMENT IN RIACHO FUNDO –DF-BRAZIL

Abstract - Brasilia, despite of being a planned city, did not have a satisfactory planning in terms of water management, having conventional drainage systems implanted that do not take into consideration the problems related to water quality and floods. Therefore, this work is part of an effort to characterize the existing rainwater systems in Brasilia that contribute to Paranoa Lake, focusing on the Riacho Fundo neighborhood, with an area of 191.4 ha. To evaluate the existing drainage system and to study possible BMPs, a PCSWMM™ model and a GIS platform were used to simulate hydraulic and hydrological processes. Three scenarios have been simulated with no calibration, and a project rain indicated in the Urban Drainage Master Plan (PDDU), with a return time of 10 years and a five minutes alternate blocks. In the current scenario, the peak flow reached 20.341 m³/s, demonstrating that the current urban drainage system does not support the surface runoff generated, and it is necessary to implement alternative scenarios with detention basins, in compliance with the local legislation and regarding the provision of rainwater and which were feasible in terms of storing surplus volume and reducing the impacts of these waters on the receiving water body.

Keywords: SWMM, hydrodynamic modelling, sustainable drainage, detention basin.

¹ Afiliação: Graduanda em Engenharia Ambiental/ UnB, claricemda@gmail.com.

² Afiliação: Doutoranda do PTARH/UnB, mariaelisa@unb.br.

³ Afiliação: Mestranda do PTARH/UnB, thaysmitsuko@hotmail.com

⁴ Afiliação: Professor do PTARH/UnB, skoide@unb.br.



INTRODUÇÃO

As modificações do ambiente natural causadas pelos intensos processos de urbanização alteram as condições naturais de infiltração, através da diminuição do atrito da água com o solo, é possível que haja um aumento de aproximadamente sete vezes na vazão de cheias, aumento também na velocidade de escoamento e na frequência de inundações (TUCCI, 2008).

Para escoar a água excedente e evitar as inundações em centros urbanos, são utilizados elementos de drenagem urbana. Os elementos de drenagem urbana clássica tendem a apenas transferir as inundações para a jusante, entretanto, a partir dos anos 70, iniciou-se uma nova abordagem de tecnologias alternativas ou compensatórias de drenagem, cujo principal objetivo é a neutralização dos efeitos da urbanização sobre os processos hidrológicos, qualidade de vida e preservação ambiental, que compõem um novo modelo de gestão das águas pluviais, em que se busca uma abordagem integrada entre a prevenção de riscos e ao projeto de ordenamento territorial (Baptista *et al.* 2005).

A gestão das águas pluviais no Distrito Federal pode ser dificultada devido às grandes ocorrências de ocupações irregulares praticadas por populações de todos os tipos de renda, como é citado no Plano Diretor de Ordenamento Territorial (DISTRITO FEDERAL, 2009), pois justamente por serem irregulares não se adequam ao planejamento de expansão.

Nesse contexto, a modelagem computacional é fortemente indicada para tratar de forma mais segura os projetos de drenagem, pois utiliza modelos matemáticos, capazes de simular o comportamento dos sistemas projetados sob condições pré-determinadas.

Um modelo que vem sendo bastante utilizado para esse fim é o PCSWMM, desenvolvido pela CH2M Hill, que simula processos hidráulico-hidrológicos voltados para a drenagem urbana, como a modelagem chuva-vazão. O PCSWMM possui uma plataforma em SIG, que oferece maiores possibilidades de detalhamento da simulação, permitindo simular o escoamento em dutos e galerias de águas pluviais e os alagamentos resultantes de sobrecargas do sistema (Canholi, 2015).

Este modelo foi aplicado na unidade hidrográfica (UH) do córrego Riacho Fundo, que possui uma área de 225,48 km², como pode ser observado na Figura 1, está localizada no Distrito Federal e compõe a Bacia do Lago Paranoá, a UH conta com os córregos Vicente Pires e Guará como principais afluentes (FERRANTE *et al.* 2001).

O objetivo desse trabalho foi a análise do sistema de drenagem pluvial na Região Administrativa (RA) Riacho Fundo I - Brasília, DF, através da simulação hidrológica utilizando o modelo SWMM (por meio da interface PCSWMMTM), além de também simular bacias de retenção onde a drenagem se mostrou ineficiente.

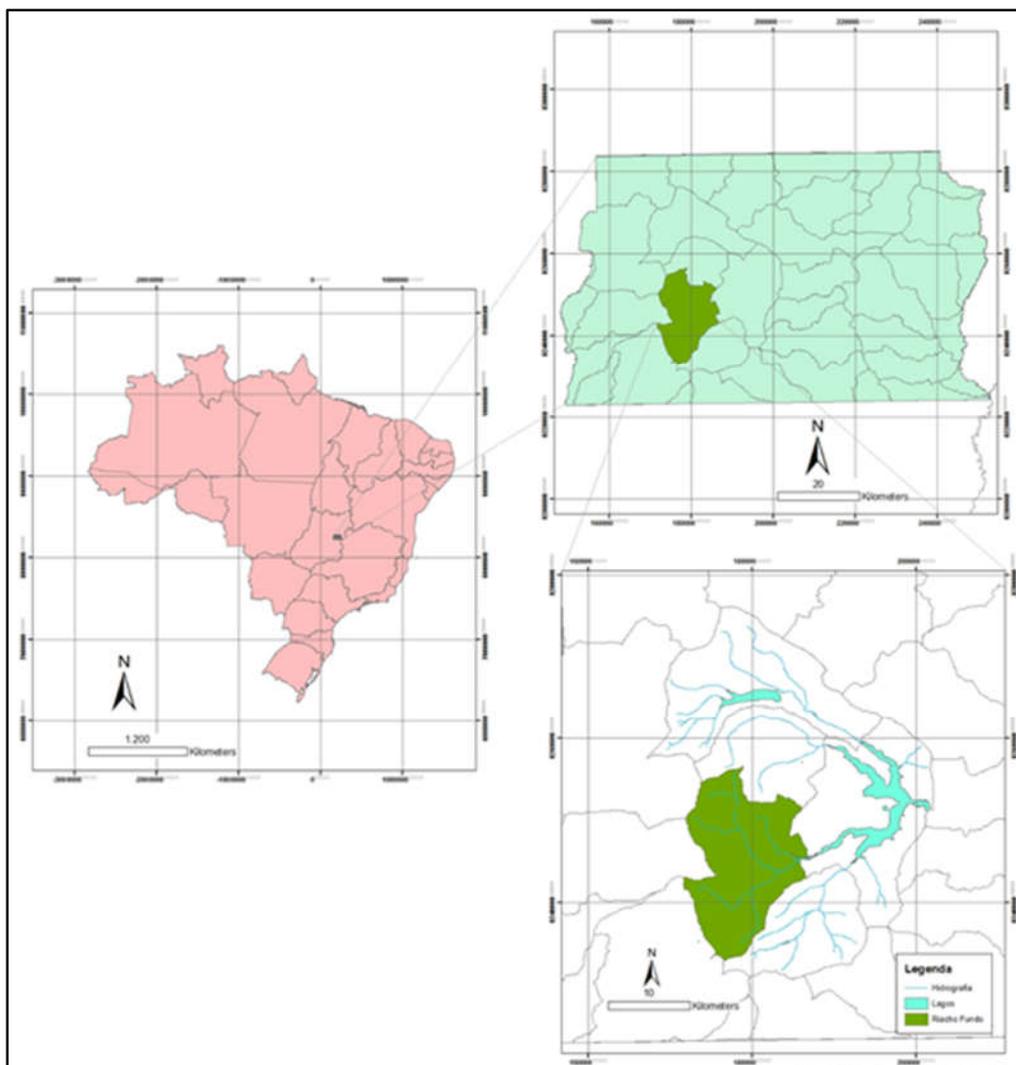


Figura 1. Localização da UH do córrego Riacho Fundo.

METODOLOGIA

A bacia do córrego Riacho Fundo compreende uma área total de 225,48 km² a qual abriga regiões administrativas bastante urbanizadas como Águas Claras, Candangolândia, Núcleo Bandeirantes, Riacho Fundo I e II, entre outras.

A bacia em geral apresenta uma elevação entre 1001m e 1250m, conforme é mostrado na Figura 2, que foram obtidas através da geração de um modelo digital de elevação (DEM) a partir das informações disponibilizadas digitalmente pela Secretaria de Estado de Gestão do Território e Habitação (SEGETH), cuja escala é de 1:2000.

Os principais solos encontrados na região são latossolo vermelho-escuro, latossolo vermelho-amarelo e cambissolo, e os com menor recorrência são: podzólicos, brunizens avermelhados, solos aluviais, solos hidromórficos indiscriminados, areias quartzosas, e plintossolos (REATTO, 2004), que podem ser observados na Figura 3. Os solos predominantes - latossolos e cambissolos - pertencem aos grupos hidrológicos A e D respectivamente, conforme sugere Tucci *et al.* (1993).

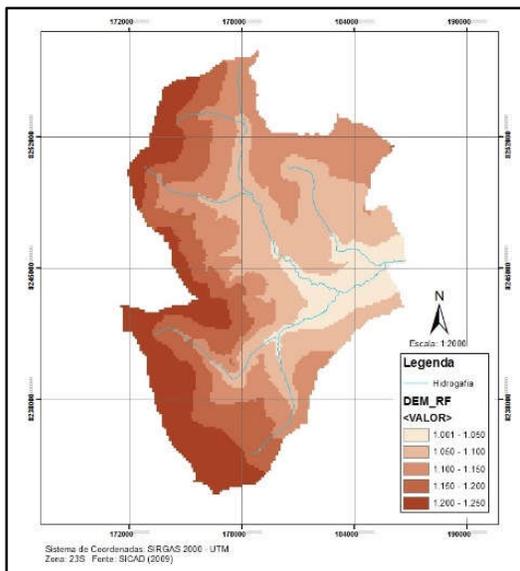


Figura 2. Mapa topográfico da bacia Riacho Fundo

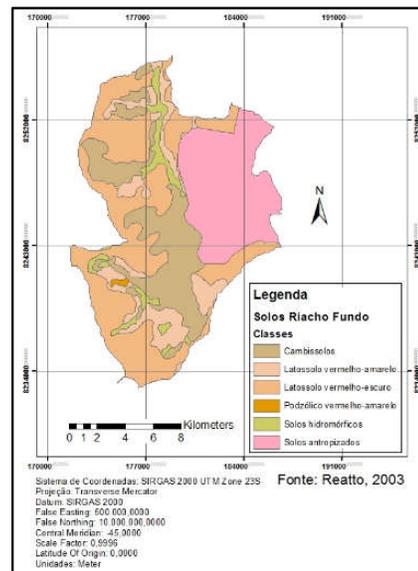


Figura 3. Mapa de solos da bacia Riacho Fundo

No caso específico da RA Riacho Fundo, a área compreendida é de 25,5 km² e uma população estimada de 40.098 habitantes, distribuídos em 12.993 domicílios urbanos, cuja maior parte pertence à classe C, com renda mensal acima de seis salários mínimos por família conforme dados da Companhia de Planejamento do Distrito Federal – CODEPLAN (2015).

A análise da RA Riacho Fundo I foi realizada por meio de ortofotos do ano de 2013 disponibilizadas pela Novacap, com resolução espacial de 5 cm e utilização da LUOS (Sedhab, 2014).

Além disso, foi realizada a caracterização da área de estudo com o georreferenciamento das plantas de cadastro de águas pluviais e dados de projeto da rede de drenagem atualmente implantada, bem como informações sobre o uso e tipo de solo e grupos hidrológicos. Estes dados foram trabalhados em SIG e depois transferidos para a plataforma PCSWMM para delimitação de sub-bacias e suas respectivas curva-número, que serviram como base de entrada para a modelagem hidrológica.

Para simular o processo hidrológico da região, optou-se pela utilização do modelo de infiltração SCS. Esse modelo relaciona o escoamento superficial ao tipo de solo, uso do solo e práticas de manejo de forma simplificada, com bons resultados nas bacias urbanas. Nesse contexto, Tucci *et al.* (1993) propôs valores fixos de curva número (CN) para usos de solo específicos e grupos hidrológicos de acordo com sua permeabilidade, de forma que se adaptem melhor à solos com características brasileiras.

O modelo de transporte escolhido foi o tipo onda dinâmica, para calcular a taxa de escoamento e o nível de água como funções do tempo e avaliar a propagação das cheias dentro da rede de drenagem. Esse modelo permite simular todas as parcelas da equação de Saint Venant.

Para isso, optou-se por adotar uma precipitação de projeto com duração de 24 horas, utilizando o método dos blocos alternados, com blocos a cada 5 minutos, pois esta é a recomendada pelo Plano Diretor de Drenagem Urbana do Distrito Federal.

Foram analisados hidrológicamente três cenários para a área de estudo: Cenário Atual, Cenário 2 - Inserção de uma grande bacia de retenção próxima ao exutório, Cenário 3 - Inserção de duas

bacias pequenas ao longo da área de estudo adicionada de uma bacia intermediária próxima ao exutório.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com uma análise visual da área de estudo, percebeu-se que a área estudada é altamente urbanizada, e por isso, o uso do solo foi dividido em três classes, adotando-se a classificação de ocupação do solo proposta por Ferrigo (2014): áreas urbanizadas de alta densidade, 34,5% da área de estudo, 39,7% de vias pavimentadas, e o restante, cerca de 26% foram considerados solo exposto, pois a pequena quantidade de áreas verdes detectadas na área de estudo não justificava a adoção de uma nova classe por possuírem dimensões desprezíveis em relação aos outros tipos de ocupação. A classificação de tipos de solos e grupos hidrológicos detectou dois grandes grupos: os cambissolos, de grupo hidrológico D, caracterizado pela sua baixa permeabilidade e alto grau de escoamento superficial, correspondendo a 74,4% da área, e os latossolos, de grupo hidrológico A, que possuem alta taxa de infiltração, e ocupam 25,6% da região analisada.

Com a combinação de uso do solo e grupos hidrológicos, percebeu-se que, no geral, a impermeabilização é muito elevada para a região estudada, com um CN médio total de 95, tornando-se a variável mais significativa do modelo (Figura 4).

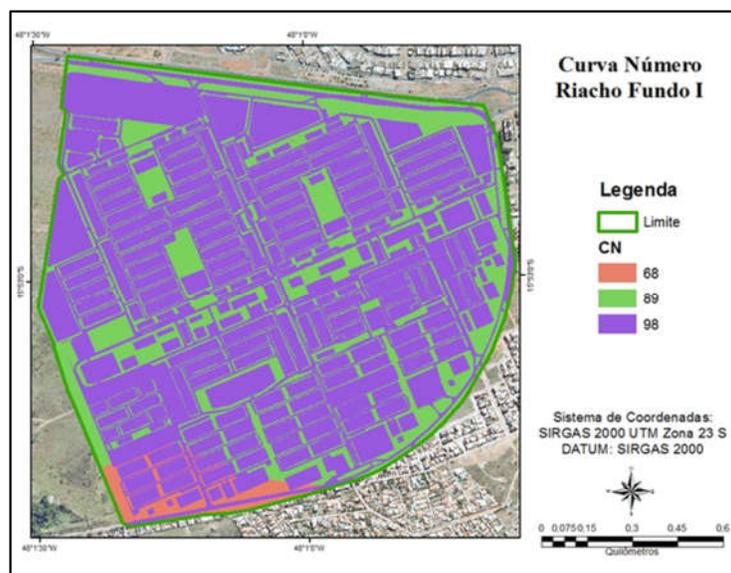


Figura 4. Classes de CN para o Núcleo Urbano do Riacho Fundo.

Foram geradas 235 sub-bacias, de forma que cada poço de visita receberia uma área de contribuição específica com a menor distância possível da fonte geradora (Figura 5). Além disso, verificou-se que a rede de drenagem existente é constituída apenas de elementos tradicionais da drenagem (237 poços de visita e 236 condutos, de concreto de variadas geometrias - circulares e retangulares). Foram levantadas ainda as informações referentes às cotas, profundidade, declividade, comprimento, tipo de tubo e rugosidade de cada um dos elementos de drenagem identificados, não existindo dispositivos de drenagem sustentável, como valas de infiltração, trincheiras, bacias de retenção e detenção, entre outros.

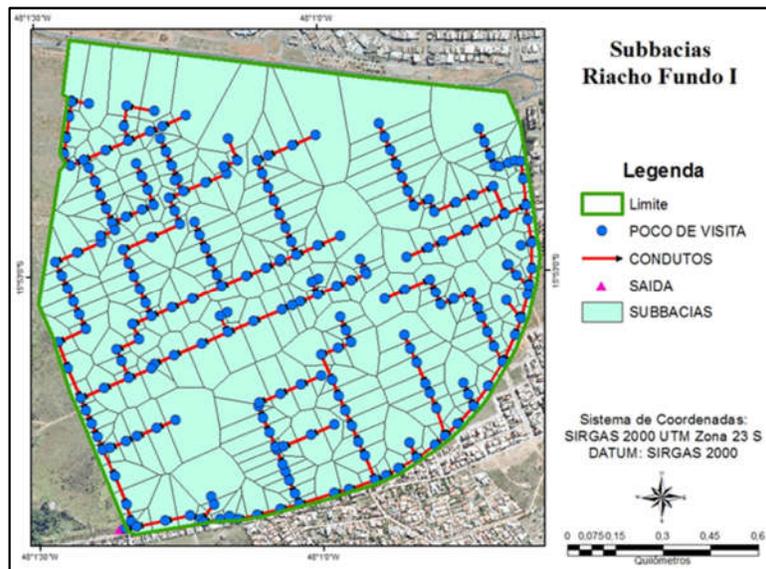


Figura 5. Poligonização de Sub-bacias pelo Diagrama de Voronoi e a rede de drenagem da região.

A simulação chuva-vazão identificou 154 possíveis pontos de inundação na rede, em que há a possibilidade de transbordamento do poço de visita. Além disso, o exutório do sistema teve o pico de vazão elevado, alcançando 20,341 m³/s.

Deduziu-se então que a rede de drenagem se encontra subdimensionada e que apenas os dispositivos de tradicionais de drenagem urbana não são suficientes para evitar transtornos causados pelas águas pluviais na área analisada. Por isso, foi estudada a inserção de bacias de retenção para analisar as melhorias trazidas para a região.

Foi analisado o hidrograma gerado pelo exutório para os três cenários (Figura 6). Percebe-se que o amortecimento gerado pela inclusão da bacia de retenção no final do sistema de drenagem foi maior, porém, a bacia ocuparia uma área muito grande, de 66.000m³ para que a bacia não vertesse.

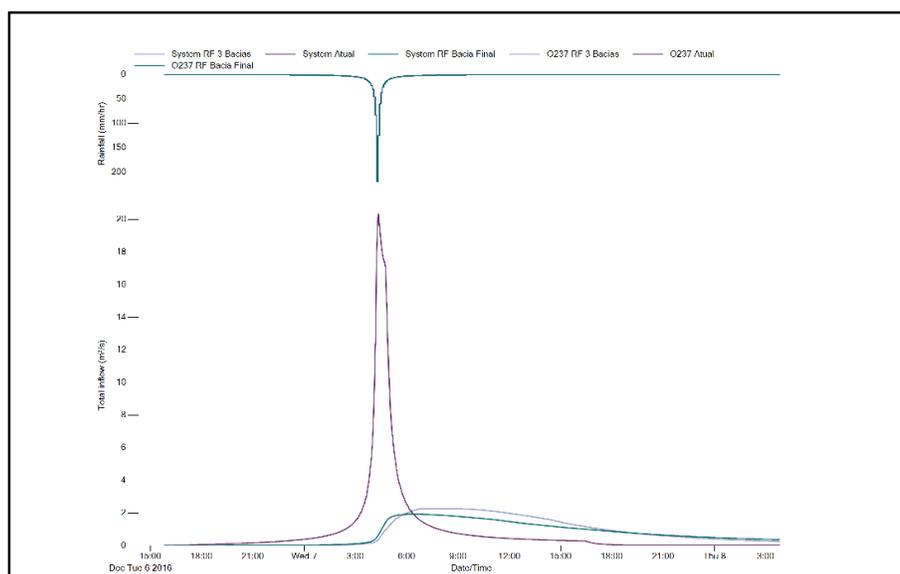


Figura 6. Hidrograma no exutório para os três cenários.

Como a área ocupada pela bacia é muito grande, sendo bastante difícil a sua viabilização, foi organizado o cenário 2, com três bacias de detenção ao longo do sistema. Verificou-se que o amortecimento foi bem semelhante ao da bacia ao final, ocupando áreas bem menores. As bacias são de 11.000m³, 15.000m³ e 33.000 m³. Na figura 7 encontra-se o volume armazenado ao longo da simulação de cada bacia de detenção implantada, sendo o extravasamento máximo de 2,5m³/s na sub-bacias ao longo do sistema, sendo absorvidas completamente na bacia ao final do sistema.

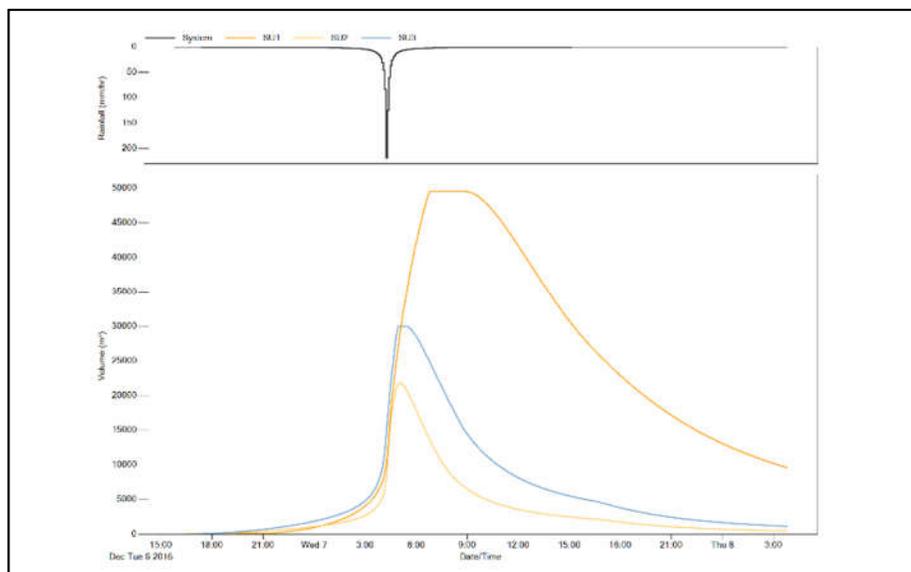


Figura 7. Volume armazenado pelas tres bacias no cenário 2.

Comparando os cenários com a resolução 9 da Adasa de 2011, percebe-se que ambas as soluções testadas o cenário 2 e 3 atendem ao exigido na legislação, sendo o a vazão de lançamento máxima de 24L/s/ha atendida. Essa exigência é bastante importante, visto que o corpo receptor desse sistema é o Ribeirão Riacho Fundo, um afluente do lago Paranoá que lida com assoreamento severo.

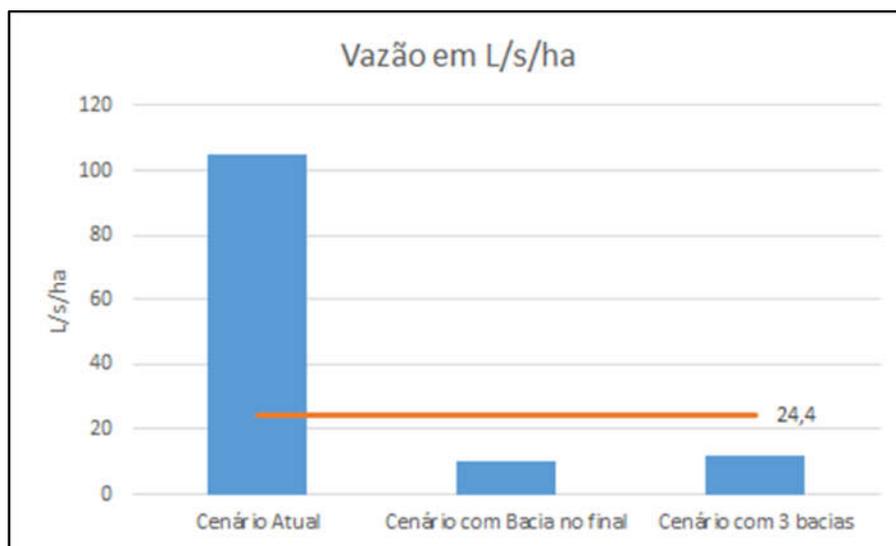


Figura 8. Comparação da vazão de pico gerada no exutorio para os três cenários.



CONCLUSÕES

A representação utilizada no SWMM foi discretizada, refinada e idealizada, com o uso das ferramentas de geoprocessamento e robusta base de dados disponíveis: tanto em termos de características da rede de drenagem, quanto às características de solos e curva-número, e seu uso levou a resultados satisfatórios.

Foi possível a verificação de que o transbordamento nos poços de visita ocorreu em vários pontos devido, principalmente, à grande ocupação urbana e à baixa permeabilidade da área analisada, gerando sobrecarga nos condutos da rede existente, sendo necessária a implantação de BMPs associadas à rede de drenagem atual.

A implantação de uma bacia de retenção ao final do sistema seria eficiente, porém ocuparia uma grande área, sendo necessário um volume de 66.000m³ para que ela pudesse amortecer o escoamento superficial gerado pela RA Riacho Fundo.

Outra alternativa, seria a inserção de bacias de detenção ao longo do sistema de drenagem, o que também se mostrou muito eficiente e necessitando de volumes menores, 11.000m³, 15.000m³ e 33.000m³.

Porém, ressalta-se que a simulação foi realizada com uma chuva de projeto específica, e o modelo aplicado não recebeu nenhum tipo de calibração, sendo necessário a sua calibração a fim de que as alternativas sugeridas reduzam os impactos como esperado.

REFERÊNCIAS

- BAPTISTA, M; NASCIMENTO, N; BARRAUD, S. (2005). *Técnicas compensatórias em drenagem urbana*. ABRH: Porto Alegre.
- CANHOLI, A. P. (2005). *Drenagem urbana e controle de enchentes*. São Paulo: Oficina dos Textos.
- DISTRITO FEDERAL. (2008). *Plano diretor de drenagem urbana do Distrito Federal*. V. 10, Distrito Federal/GDF/Brasília: Secretaria de Estado de Obras, Brasília, Brazil.
- DISTRITO FEDERAL. *Plano Diretor de Drenagem Urbana*. Secretaria de Estado de Obras, Brasília-DF: Concremat Engenharia, 2009.
- FERRANTE, J. E. T; RANCAN, L; NETTO, P. B. (2001). Meio Físico. In: FONSECA, F. O. *Olhares sobre o Lago Paranoá*. Brasília-DF: Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos, SEMARH, 2001, 1ª ed.
- FERRIGO S. (2014). *Análise de consistência dos parâmetros do modelo SWAT obtidos por calibração automática – Estudo de caso da bacia do lago Descoberto – DF*. Dissertação de mestrado. Universidade de Brasília, Brasília, Brazil.
- REATTO, A; MARTINS, É. de S; FARIAS, M. F. R; SILVA, A. V. da; CARVALHO JUNIOR, O. A. *Mapa pedológico digital - SIG atualizado do Distrito Federal Escala 1:100.000 e uma síntese do texto explicativo*. In: Documentos 120. Embrapa: Junho, 2004.
- TUCCI, C. A. M. (2008) Águas Urbanas. *Revista Estudos Avançados*. V. 22, n. 63.