

## XXIII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS

### **MONITORAMENTO HIDROLÓGICO DE UMA LAGOA DE DETENÇÃO NO GUARÁ/DF**

*Ana Carolina Vieira de Paula<sup>1</sup>; Maria Elisa Leite Costa<sup>2</sup>; Sergio Koide<sup>3</sup>*

**RESUMO** – A ocupação do espaço urbano em geral ocasiona o aumento das áreas impermeabilizadas e a aceleração do escoamento para jusante, gerando maiores picos de vazão e volumes escoados superficialmente. Com o intuito de minimizar os efeitos das cheias urbanas sobre os corpos hídricos receptores, várias medidas vêm sendo adotadas e, dentre elas, destacam-se as lagoas de retenção. A lagoa de retenção, localizada na cidade satélite do Guará/DF, e sua bacia de contribuição foram monitoradas por meio de pluviômetros e equipamentos medidores de nível nas suas estruturas de entrada e saída. Observou-se uma significativa variabilidade espacial na distribuição das chuvas sobre a região de estudo, sendo que, no mês de dezembro/2018, os valores de precipitação apresentaram variação de 117,8 mm. A maior intensidade registrada no período monitorado, com discretização de 5 min, foi de 144 mm/h. Quanto à relação entre os picos dos hidrogramas de entrada e saída da lagoa de retenção, verificou-se o abatimento da vazão em 97% para o evento do dia 08/12/2018. Portanto, a lagoa de retenção instalada mostrou-se muito eficiente para diminuir a vazão de descarga que atingiria o corpo receptor, evitando impactos na sua calha.

**ABSTRACT** – The occupation of the urban space usually causes an increase of impervious areas and acceleration of downstream flow, generating larger peak flows and volumes drained superficially. In order to minimize the effects of stormwater flows on receiving water bodies, many measures have been adopted, among them, the detention ponds. The detention pond, located in the city of Guará/DF, and the contributing drainage area, were monitored by rain gauges and water level loggers in the inlet and outlet structures. It was observed a significant spatial variability on the rainfall distribution over the study region, and in December 2018 precipitation values presented a variation of 117.8 mm. The highest intensity recorded in the monitored period, with discretization of 5 min, was 144 mm/h. Concerning the peak flow reduction in inflow and outflow hydrographs of the detention pond, the flow reduction was 97% for the event on 12/08/2018. Therefore, the detention pond is very efficient in reducing the peak flow discharged to the receiving water body, avoiding impacts on the river banks.

**Palavras-Chave** – pluviômetros; hidrograma; drenagem.

---

1) Mestranda no Programa de Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos PTARH/UnB. E-mail: anacarolvp93@gmail.com.

2) Doutoranda no Programa de Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos PTARH/UnB. E-mail: mariaelisa@unb.br.

3) Professor do Programa de Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos PTARH/UnB. E-mail: skoide@unb.br.

## INTRODUÇÃO

Um sistema de monitoramento pode ser categorizado em cinco grandes etapas, sendo elas: coleta de amostras; análises laboratoriais; tratamento dos dados; análise dos dados; e, utilização da informação (Sanders, 1988).

Os órgãos ambientais estão constantemente tomando decisões que afetam, de alguma maneira, a qualidade dos recursos hídricos. Sem um ciclo de retroalimentação do monitoramento, documentando de forma precisa os efeitos dessas decisões, os resultados positivos ou negativos das ações de manejo se tornam incertos bem como a direção futura a ser tomada (Sanders, 1988). Garcia (2005) enfatiza a importância da aquisição de dados hidráulicos e hidrológicos de boa qualidade para a aplicação na modelagem de sistemas de drenagem urbana.

Com o intuito de minimizar os efeitos das inundações em áreas urbanas, várias medidas de controle vêm sendo estudadas e adotadas. Dentre elas, cita-se as lagoas de retenção, medidas estruturais de manejo de águas pluviais destinadas tanto ao amortecimento dos picos de cheias por meio da retenção de parte do volume escoado superficialmente quanto à remoção de detritos e poluentes carreados pelos escoamentos.

As bacias de retenção se distinguem pelo fato de reterem a água drenada por período relativamente curto, permanecendo o dispositivo de saída (descarga de fundo) em operação durante todo o evento. Essas estruturas podem ser classificadas quanto à forma (a céu aberto ou enterradas), quanto aos tipos (fundo impermeabilizado ou não e de infiltração) e quanto à posição em relação ao sistema de drenagem (*in line* ou *off line*) (Assunção, 2012).

Neste sentido, de forma a monitorar e avaliar quantitativamente lagoas de retenção, estudou-se a que está inserida no Parque Ezequias Heringer, na cidade satélite do Guará – DF, por meio da instalação de linígrafos na entrada e saída do dispositivo e pluviógrafos ao longo da bacia de contribuição. A lagoa de retenção em análise está localizada na bacia hidrográfica do Lago Paranoá, que está inserida completamente no território do DF, o que favorece o planejamento, a gestão e o manejo das águas pluviais dessa área.

## ÁREA DE ESTUDO

A área da lagoa de retenção é de, aproximadamente, 25 ha e drena um total de aproximadamente 12 km<sup>2</sup> (1.200 ha). Ela tem por objetivo amortizar o pico de vazão, diminuindo a energia cinética da água, bem como promover a sedimentação de partículas sólidas presentes nos efluentes líquidos coletados pela rede de drenagem (ArKIS, 2005).

A lagoa de retenção foi implantada na mesma área de antigas lagoas de estabilização da Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal – CAESB, sendo realizados os devidos ajustes para adequar a área ao seu novo fim. O lançamento final é realizado no córrego Guará, afluente

do córrego Riacho Fundo, que pertence a unidade hidrográfica do Riacho Fundo, bacia de contribuição do Lago Paranoá. A Figura 1 e a Figura 2 apresentam a localização da lagoa de retenção na unidade hidrográfica do Riacho Fundo.

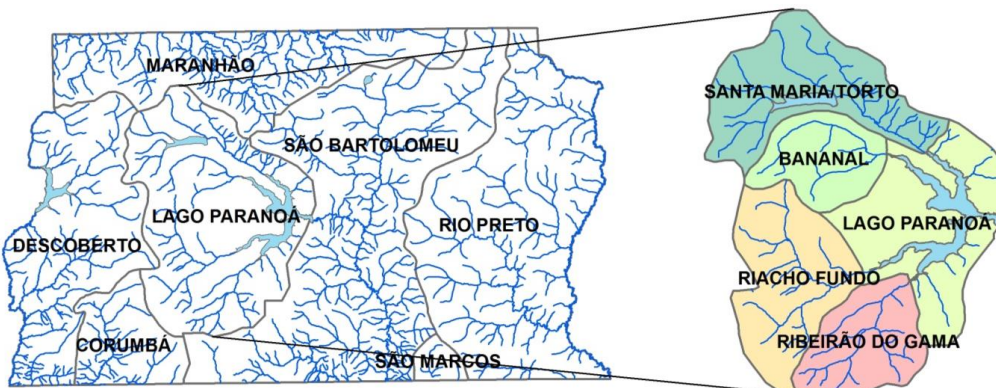


Figura 1 – Bacias hidrográficas do DF com enfoque na bacia hidrográfica do Lago Paranoá e suas respectivas unidades hidrográficas.

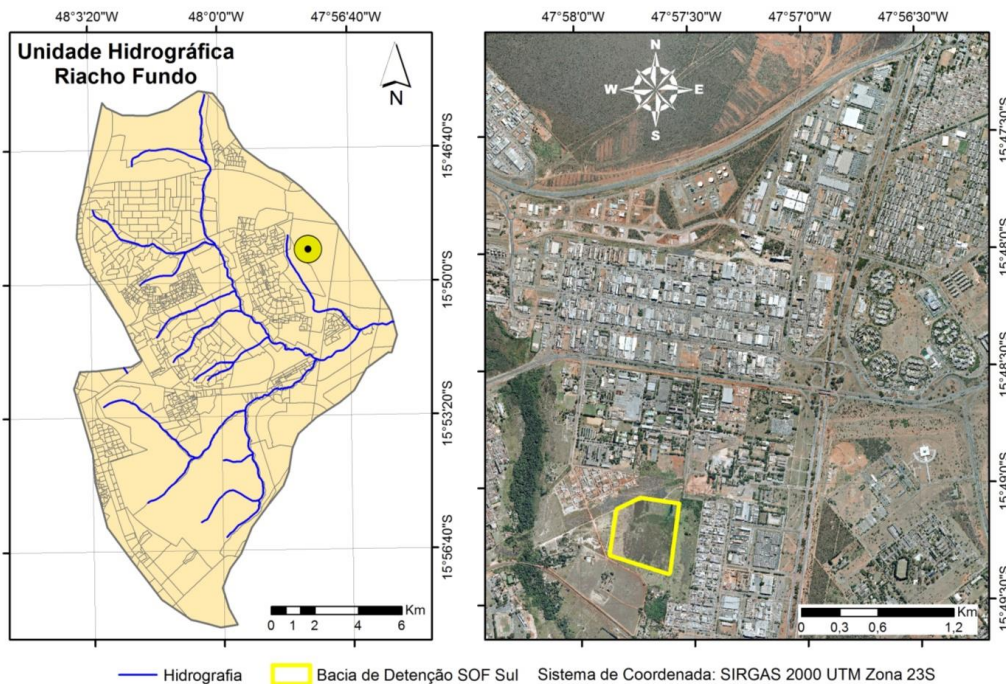


Figura 2 – Localização da lagoa de retenção em estudo na unidade hidrográfica do Riacho Fundo.

A galeria de entrada na lagoa de retenção é formada por três septos paralelos, cada um apresentando 2,7 x 2,5 m de seção, enquanto que a estrutura de saída da lagoa consiste em um vertedor de 20 m de comprimento e uma descarga de fundo de 1 m de diâmetro (Figura 3). A cota de fundo da lagoa foi projetada em 1.079 m e a cota de crista corresponde a 1.081 m. Após a retenção na lagoa, o lançamento é realizado no córrego Guará por meio de uma tubulação de 1,5 m de diâmetro.

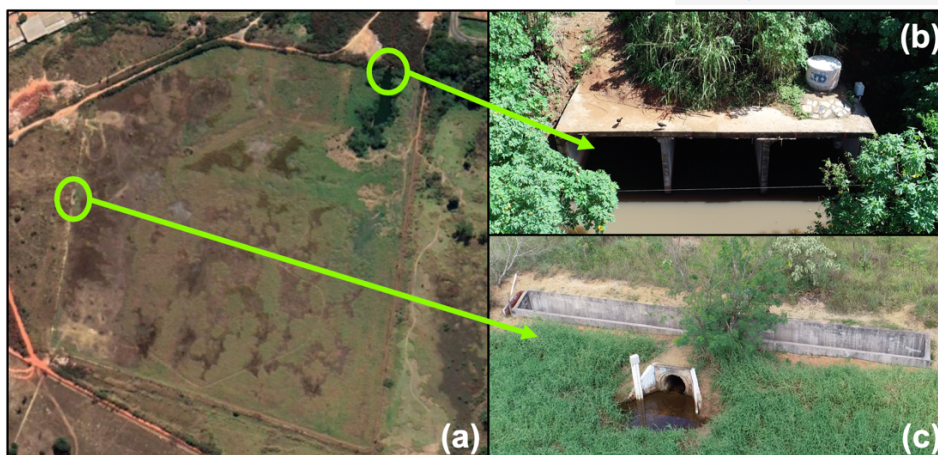


Figura 3 – (a) Lagoa de retenção do Guará vista de cima com foco na localização das estruturas de entrada e saída (Fonte: Google Earth); (b) Galeria de entrada; (c) Vertedor de saída.

## METODOLOGIA

Para este trabalho, realizou-se o levantamento em campo de dados quantitativos relacionados aos eventos chuvosos e escoamento superficial oriundo da área de contribuição à lagoa de retenção em estudo. Foram realizadas, também, medições de vazão *in loco* a montante e a jusante da estrutura em análise. O monitoramento foi realizado entre os meses de outubro de 2018 a fevereiro de 2019.

Para a medição da precipitação, realizou-se a instalação de cinco pluviógrafos de balança da marca *ONSET*, modelo RG3-M, em pontos estratégicos da área de estudo (Figura 4). Além disso, utilizou-se também dados de precipitação fornecidos pela ANA (Agência Nacional de Águas) e pelo INMET (Instituto Nacional de Meteorologia), de estações pluviométricas monitoradas por esses órgãos. Os pluviógrafos estão localizados nos seguintes pontos: Centro Comercial Cruzeiro – Cruzeiro Velho; SHCES Quadra 409 – Cruzeiro Novo; AOS 1 – Octogonal; SIA Quadra 5 C; na lagoa de retenção em estudo; na sede do INMET; e, na sede da ANA. Os dados do pluviógrafo do INMET são disponibilizados num intervalo de tempo de 1 hora, os da ANA num intervalo de 15 minutos, enquanto os demais estão discretizados de 5 em 5 minutos.



Figura 4 – Localização dos pluviógrafos na área de contribuição.

Para o monitoramento fluviométrico, realizou-se a instalação de dois linígrafos de boia da marca *OTT HydroMet*, modelo Thalimedes, sendo um localizado na galeria de entrada da lagoa de detenção e o outro próximo ao orifício de fundo na saída da estrutura. Foi colocado na saída, também, um linígrafo de pressão, modelo WL16, fabricante *Global Water*, com comprimento de cabo de 25 pés, indo do vertedor de saída até o fundo da lagoa, com o objetivo de monitorar o nível dessa no caso de vertimento. As Figuras 5 a 7 mostram as estruturas que abrigam os linígrafos na galeria de entrada, próximo à descarga de fundo da lagoa e ao lado do vertedor de saída, respectivamente. Vale ressaltar que foram instaladas três régua linimétricas, uma para cada linígrafo, sendo alocadas nas proximidades desses (Figura 8).

Devido a problemas com o linígrafo de boia do vertedor de saída, optou-se por trocar o linígrafo de boia da galeria de entrada por um linígrafo de pressão semelhante ao instalado próximo ao vertedor e, dessa forma, substituir o linígrafo defeituoso do vertedor pelo linígrafo de boia que estava instalado originalmente na galeria de entrada.

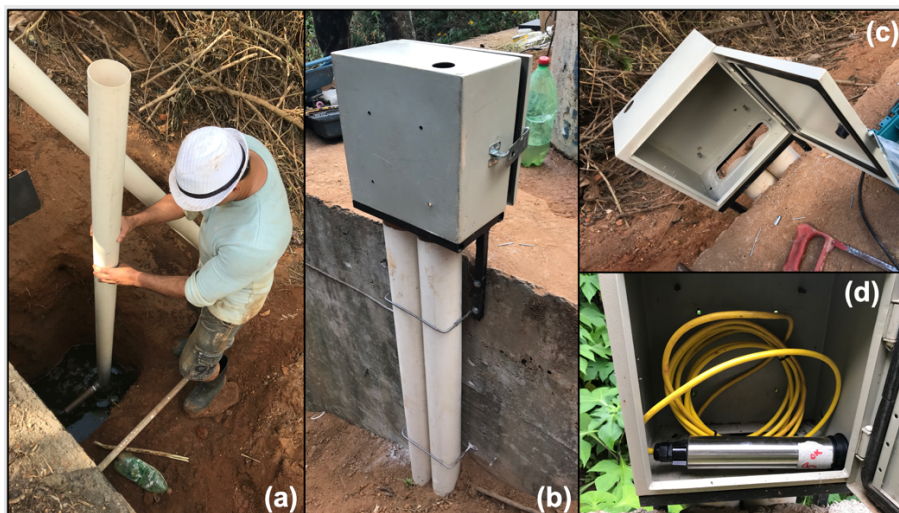


Figura 5 – (a) Instalação da estrutura para abrigar o linígrafo na galeria de entrada, num sistema de vasos comunicantes; (b) e (c) Estrutura finalizada; (d) Linígrafo de pressão instalado.

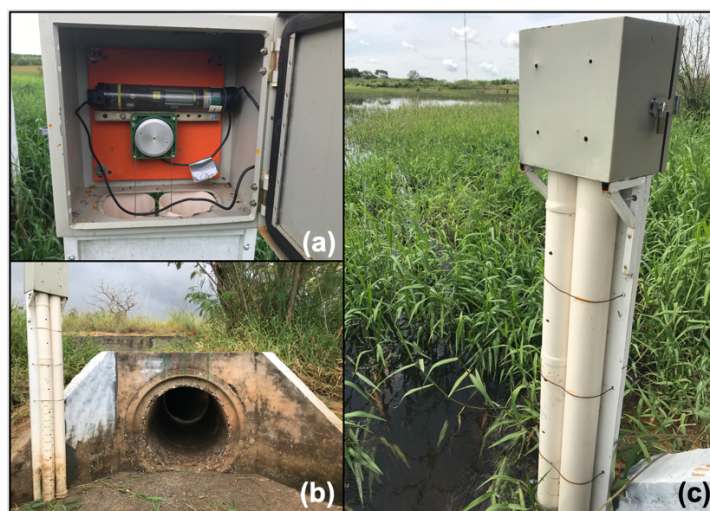


Figura 6 – (a) Linígrafo de boia na saída da lagoa; (b) Vista frontal da descarga de fundo da lagoa e estrutura do linígrafo de boia à esquerda da imagem; (c) Estrutura que abriga o linígrafo de boia.

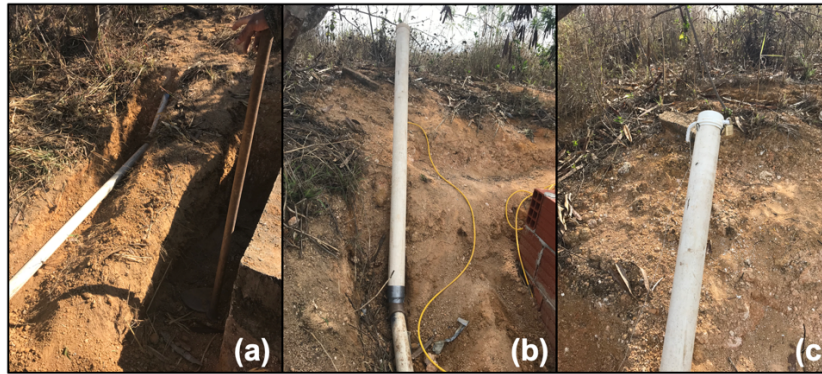


Figura 7 – (a) e (b) Instalação da estrutura que abriga o linígrafo de pressão na saída da lagoa de detenção; (c) Estrutura finalizada.

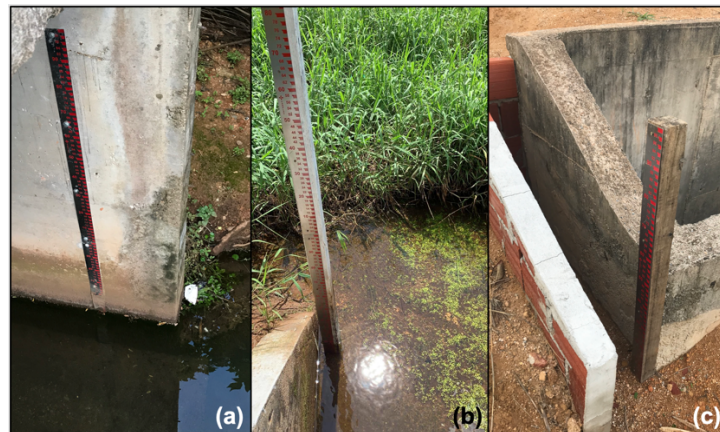


Figura 8 – Réguas linimétricas instaladas: (a) na galeria de entrada da lagoa de detenção; (b) na saída, próximo à descarga de fundo da lagoa; (c) ao lado do vertedor de saída.

Para determinar as vazões de entrada e saída da lagoa de detenção nos eventos de precipitação, utilizou-se os dados obtidos pelos linígrafos associados à curva-chave da galeria e do orifício de fundo. A curva-chave é construída a partir da medição de vazão em uma determinada seção para diferentes cotas. Para a obtenção de uma curva-chave representativa, faz-se necessária a medição em diversos pontos. Para as medições de vazão, utilizou-se o equipamento ADC (*Acoustic Digital Current meter*) da marca *OTT* (Figura 9), que determina a velocidade do fluxo por meio de bolhas de ar ou partículas em suspensão que estejam na coluna d'água.

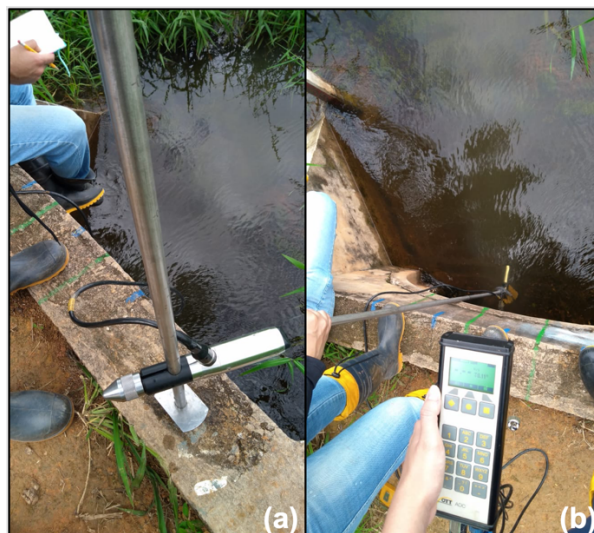


Figura 9 – (a) Sensor do equipamento; (b) Utilização do ADC em campo.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O clima do Distrito Federal é caracterizado pela forte sazonalidade, apresentando dois períodos distintos bem definidos. O período entre maio e setembro é caracterizado por baixas taxas de precipitação. Já a estação chuvosa ocorre entre outubro e abril, sendo que os meses de dezembro a março concentram 47% da precipitação anual (Campos, 2004).

Tendo como base a normal climatológica 1961-1990 para Brasília, pode-se observar pela Figura 10 que, enquanto os meses de outubro e novembro excederam a média histórica de 166,6 mm e 231,1 mm, respectivamente, os meses de janeiro e fevereiro apresentaram valores de chuva abaixo do esperado. Em todos os pluviômetros analisados, o mês de janeiro apresentou acumulado mensal inferior a 50 mm de chuva, muito abaixo dos 247,4 mm da normal climatológica para o mesmo mês. As instalações dos cinco pluviômetros monitorados por este projeto foram realizadas durante o mês de outubro de 2018 e, por esse motivo, os dados dos respectivos equipamentos para esse mês em específico não se encontram na Figura 10.

Observa-se pela Figura 10 que existe uma variabilidade espacial significativa das precipitações na área de estudo. No mês de novembro, a diferença foi de 88,6 mm, enquanto que no mês de dezembro atingiu variações de até 117,8 mm.

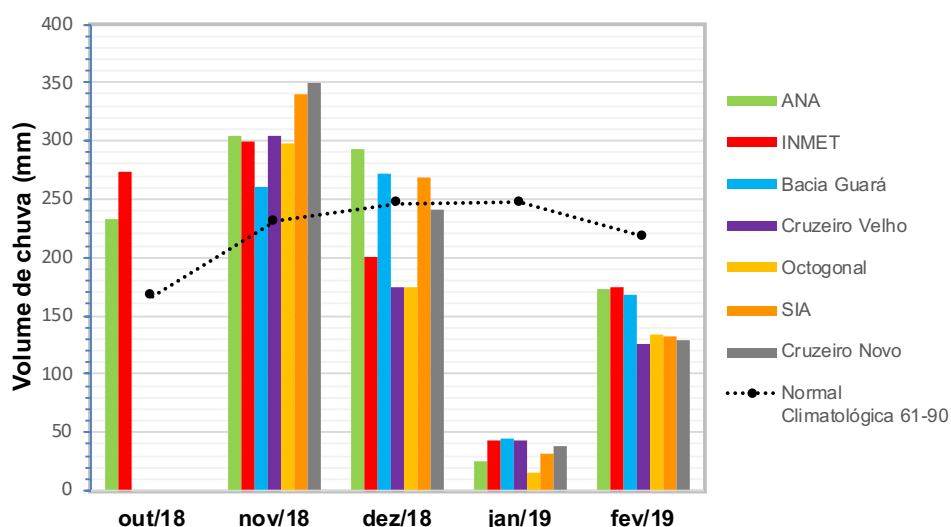


Figura 10 – Comparação do acumulado mensal de chuva em cada um dos pluviômetros da área de estudo de outubro/2018 a fevereiro/2019.

Nas Figuras 11 a 17 são apresentados os dados de intensidade de chuva, em mm/h, em cada um dos pluviômetros utilizados no estudo. Para isso, levou-se em consideração o volume de chuva precipitado num determinado intervalo de tempo, sendo de 15 min para os dados fornecidos pela ANA, de 1 h no caso do INMET e de 5 min para os demais. Percebe-se que o pluviômetro instalado no SIA foi o que registrou a maior intensidade (144 mm/h) num intervalo de 5 min, seguido do pluviômetro do Cruzeiro Novo (136,8 mm/h), ambos os dados referentes ao evento do dia 08/12/2018. Esse evento, pelos dados do pluviômetro do SIA, apresentou duração de 40 min, intensidade de 84 mm/h e tempo de retorno de, aproximadamente, 19 anos.

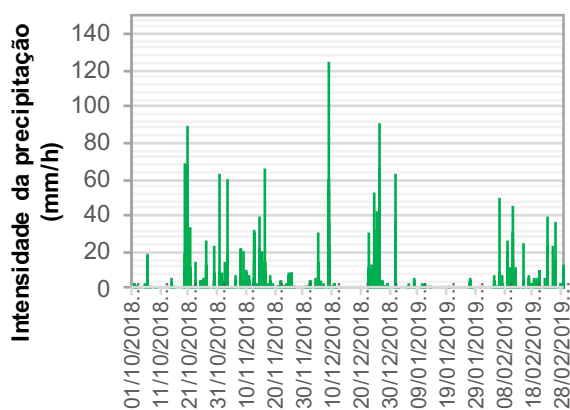


Figura 11 – Intensidade da precipitação no pluviógrafo da ANA com discretização de 15 min.

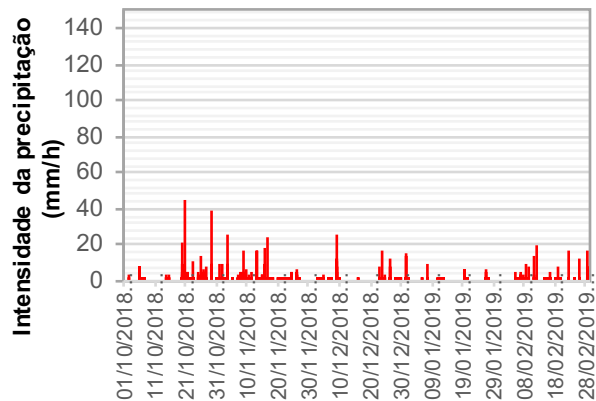


Figura 12 – Intensidade da precipitação no pluviógrafo do INMET com discretização de 1 hora.

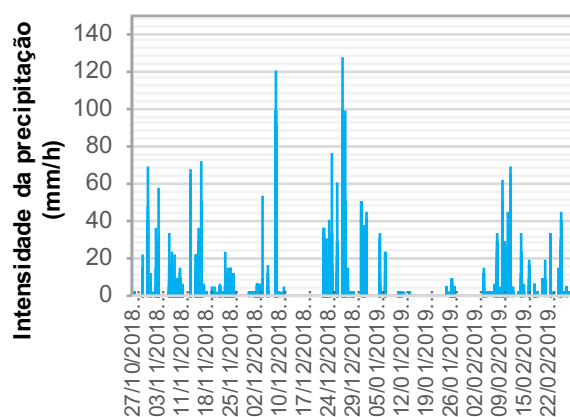


Figura 13 – Intensidade da precipitação no pluviógrafo da lagoa do Guará com discretização de 5 min.

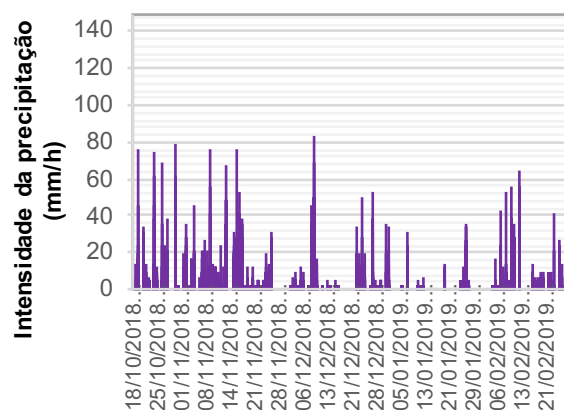


Figura 14 – Intensidade da precipitação no pluviógrafo do Cruzeiro Velho com discretização de 5 min.

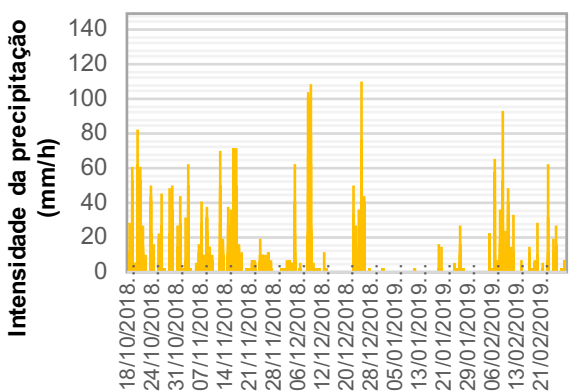


Figura 15 – Intensidade da precipitação no pluviógrafo do Octogonal com discretização de 5 min.

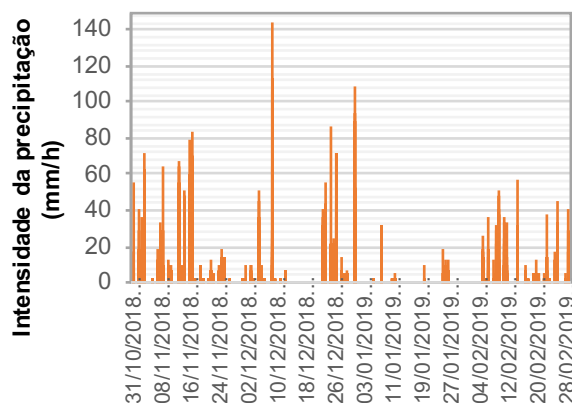


Figura 16 – Intensidade da precipitação no pluviógrafo do SIA com discretização de 5 min.



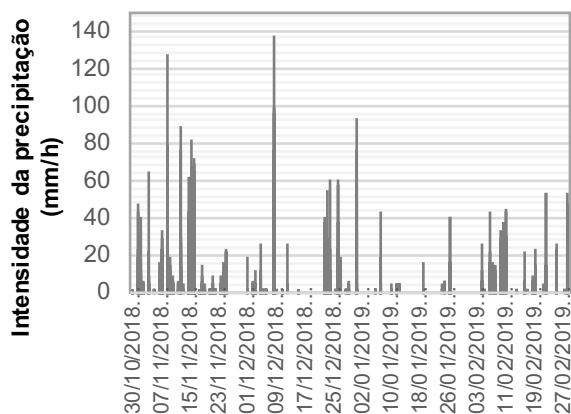


Figura 17 – Intensidade da precipitação no pluviômetro do Cruzeiro Novo com discretização de 5 min.

A Figura 12, que traz dados do pluviográfico do INMET, apresentou baixos valores de intensidade em comparação aos demais devido a baixa discretização dos dados, sendo esses fornecidos a cada 1 hora.

Na Figura 18, a seguir, são apresentados os hidrogramas de entrada e saída da lagoa de retenção em estudo para o período monitorado. No evento do dia 08/12/2018, o pico da vazão de entrada correspondeu a  $65,36 \text{ m}^3/\text{s}$  às 17h47, enquanto que o pico de vazão no vertedor para o mesmo evento foi de  $1,68 \text{ m}^3/\text{s}$  às 19h28. A defasagem entre o pico observado na galeria de entrada e aquele visto no dispositivo de saída foi de, aproximadamente 1h40min, sendo o abatimento na vazão correspondente a 97%, aproximadamente. Durante todo o período monitorado, não se observou nenhum caso de vertimento da lagoa de retenção, o que sugere o fato de que a estrutura esteja superdimensionada. Volken (2018) modelou a lagoa do Guará e constatou que, para simulações com chuva variável, o tempo de retorno necessário para que ocorra o vertimento é superior a 290 anos.

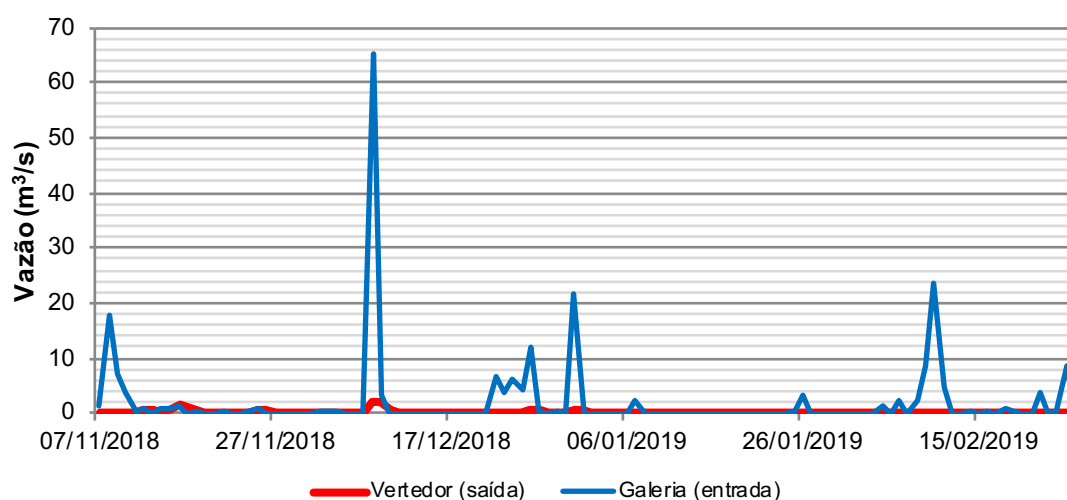


Figura 18 – Hidrogramas da galeria de entrada e vertedor de saída da lagoa de retenção do Guará.

## CONCLUSÃO

O presente trabalho teve por objetivo o monitoramento hidrológico da lagoa de retenção inserida no Parque Ezequias Heringer. Por meio do monitoramento de chuva e vazão, foi possível

avaliar a distribuição espacial das precipitações ocorridas na área de estudo bem como avaliar o grau de abatimento proporcionado pela lagoa de retenção.

Além disso, ressalta-se que o estudo da intensidade e duração das precipitações, bem como o número de dias antecedentes de estiagem, é de grande importância, pois interferem na quantidade e no transporte de poluentes através do escoamento superficial.

As estruturas de retenção têm se mostrado boas alternativas no controle de inundações e no amortecimento de picos de vazão, problemas esses oriundos do crescimento urbano e da falta de planejamento. Além disso, por meio dessas estruturas é possível amenizar os impactos causados nos corpos receptores, diminuindo o assoreamento e melhorando a qualidade da água.

## REFERÊNCIAS

- ArKIS Infraestrutura Urbana Ltda. (2005). Projeto de avaliação ambiental e estudo de dissipação dos pontos de lançamentos da galeria do Cruzeiro – Guará – Distrito Federal. Brasília, DF, 56 p.
- ASSUNÇÃO, V. R. A. (2012). *Proposta de metodologia de cálculo para reservatórios de retenção em bacias hidrográficas urbanizadas*. Dissertação de Mestrado em Engenharia Hidráulica e Saneamento, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, 153p.
- CAMPOS, J. E. G. (2004). “*Hidrogeologia do Distrito Federal: bases para a gestão dos recursos hídricos subterrâneos*”. Revista Brasileira de Geociências, 34(1), pp. 41-48.
- GARCIA, J. I. B. (2005). *Monitoramento hidrológico e modelagem da drenagem urbana da bacia hidrográfica do Arroio Cancela*. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, Centro de Tecnologia, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 168 p.
- GOMES, V. M. (2004). *Aspectos qualitativos e quantitativos da água de drenagem pluvial em sub-bacia urbana na cidade de Brasília-DF*. Dissertação de Mestrado em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 85 p.
- SANDERS, T. G. (1988). “*Water quality monitoring networks*”, in *Development in Water Science*. Stephenson, D., Elsevier, pp. 204-216.
- VOLKEN, N. J. (2018). *Avaliação hidráulica e hidrológica de bacias de retenção: estudo de caso da bacia do Guará II – DF*. Monografia de Projeto Final em Engenharia Ambiental, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 85 p.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos à CAPES, ANA, FAPDF, FINEP, FINATEC e FUNAPE pelo apoio ao projeto de pesquisa a que este trabalho está associado; e à ADASA, NOVACAP e ArKIS pelo apoio e dados fornecidos para o desenvolvimento do trabalho.