

## XXVI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HIDRÍCOS

### **AVALIAÇÃO DE INFRAESTRUTURA VERDE-AZUL POR MEIO DE MODELAGEM HIDROLÓGICA NA BACIA DO CÓRREGO CERCADINHO (BELO HORIZONTE, MG)**

*Luiza Carolina Silva Fernandes<sup>1</sup>; Talita Fernanda das Graças Silva<sup>2</sup> & Deyvid Wavel Barreto Rosa<sup>3</sup>*

**Abstract:** The accelerated urban expansion and consequent soil impermeabilization in Belo Horizonte have intensified challenges related to urban drainage, particularly in the Córrego Cercadinho catchment. In light of the municipal government's proposal to implement a detention basin in the region, this study assessed, through hydrological modeling using the SWMM software, the viability of replacing this solution with green-blue infrastructure techniques, such as green roofs and individual rainwater reservoirs. The results indicated that the detention basin was more effective in reducing peak flows (34.17%), while the scenario with green roofs and individual reservoirs achieved an 17,67% reduction in peak flows and also reduced the volume of surface runoff. Although none of the solutions were able to meet the flow restriction of 103.50 m<sup>3</sup>/s established by municipality at the catchment outlet, the results suggest that the simulated infrastructures have the potential to partially replace the detention basin or act as complementary measures, especially in contexts aiming to reduce the socio-environmental impacts associated with large-scale structural works.

**Resumo:** O crescimento urbano acelerado e a consequente impermeabilização do solo em Belo Horizonte têm ampliado os desafios relacionados à drenagem urbana, com destaque para a Bacia Hidrográfica do Córrego Cercadinho. Frente à proposta da prefeitura de implantar uma bacia de detenção na região, este trabalho avaliou, por meio de modelagem hidrológica com o software SWMM, a viabilidade de substituição dessa solução por técnicas compensatórias de infraestrutura verde-azul, como telhados verdes e reservatórios individuais. Os resultados indicaram que a bacia de detenção foi mais eficiente na redução das vazões de pico (34,17%), enquanto o cenário com telhados verdes e reservatórios individuais reduziu as vazões em 17,67%, além de promover uma redução no volume de escoamento superficial. Embora nenhuma das soluções tenha sido capaz de atender à vazão de restrição de 103,50 m<sup>3</sup>/s estabelecida pela prefeitura para o exutório da bacia, os resultados apontam que as infraestruturas simuladas possuem potencial para substituir parcialmente a bacia de detenção, ou atuar de forma complementar, especialmente em contextos que busquem reduzir os impactos socioambientais associados a grandes obras estruturais.

**Palavras-Chave** – manejo de águas pluviais; SWMM, reservatório individual.

1) Discente do curso de graduação em Engenharia Ambiental da Escola de Engenharia da UFMG, luizacsf01@gmail.com;

2) Professora do Programa de Pós-Graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos e do Departamento de Engenharia Hidráulica e Recursos Hídricos da Escola de Engenharia, ambos da UFMG, talita.silva@ehr.ufmg.br;

3) Residente pós-doutoral do Departamento de Engenharia Hidráulica e Recursos Hídricos da Escola de Engenharia da UFMG, dwbarreto@gmail.com.

## INTRODUÇÃO

Desde sua concepção, o planejamento urbano de Belo Horizonte desconsiderou a hidrografia local, promovendo a canalização dos cursos d'água e contribuindo para a intensificação de problemas hidrológicos urbanos (PBH, 2022). Somado a isso, o aumento da impermeabilização do solo reduziu a capacidade de infiltração e armazenamento de águas pluviais, elevando as vazões de pico e o volume de escoamento superficial, o que agravou a ocorrência de alagamentos na cidade (Tucci, Porto e Barros, 1995; PBH, 2022).

A Bacia Hidrográfica do Córrego Cercadinho, localizada na região oeste da capital, é uma área altamente urbanizada e frequentemente afetada por inundações. Como resposta, a prefeitura de Belo Horizonte propôs a construção de uma bacia de detenção para mitigar as cheias, mas a iniciativa gerou preocupações quanto aos impactos ambientais e sociais, especialmente sobre a Área de Proteção Ambiental do Cercadinho e o Centro Municipal de Agroecologia e Educação Ambiental para Resíduos Orgânicos (CEMAR) (ALMG, 2024).

Sob essa perspectiva e da necessidade de conciliar medidas de manejo de águas pluviais com a preservação ambiental e os interesses da comunidade, se faz necessário avaliar alternativas mais sustentáveis às tradicionais bacias de detenção. Outras técnicas de infraestrutura verde-azul, como reservatórios individuais e telhados verdes, têm se mostrado promissoras para o controle do escoamento superficial (Baptista, Nascimento e Barraud, 2011).

Os reservatórios individuais são estruturas de pequeno porte instaladas em lotes urbanos com finalidade de captar e armazenar temporariamente as águas pluviais proveniente de telhados e superfícies impermeáveis. Enquanto os telhados verdes são sistemas vegetados instalados sobre lajes impermeáveis, funcionando como estruturas que retêm parte da água da chuva, promovendo seu armazenamento temporário no substrato e posterior evapotranspiração (PBH, 2022).

Para subsidiar essa avaliação, o modelo Storm Water Management Model (SWMM) tem sido amplamente utilizado na simulação de cenários urbanos e controle de cheias, inclusive em Belo Horizonte (Fletcher, Andrieu e Hamel, 2013; FCO, 2023). Segundo Rossman e Simon (2022) o modelo oferece um conjunto abrangente de funcionalidade para representar processos hidrológicos fundamentais e conta com recursos avançados para simular o transporte da água ao longo de redes de qualquer dimensão e condutos de formas diversas, além de ser capaz de simular a retenção e captação de águas pluviais através de aplicação de técnicas de Infraestrutura Verde-Azul no módulo LID.

Este trabalho tem como objetivo simular diferentes cenários de manejo de águas pluviais na bacia do Córrego Cercadinho, incluindo a proposta da bacia de detenção e alternativas baseadas em infraestruturas verde-azul, a fim de comparar sua eficácia na redução das vazões de pico e no controle do escoamento superficial.

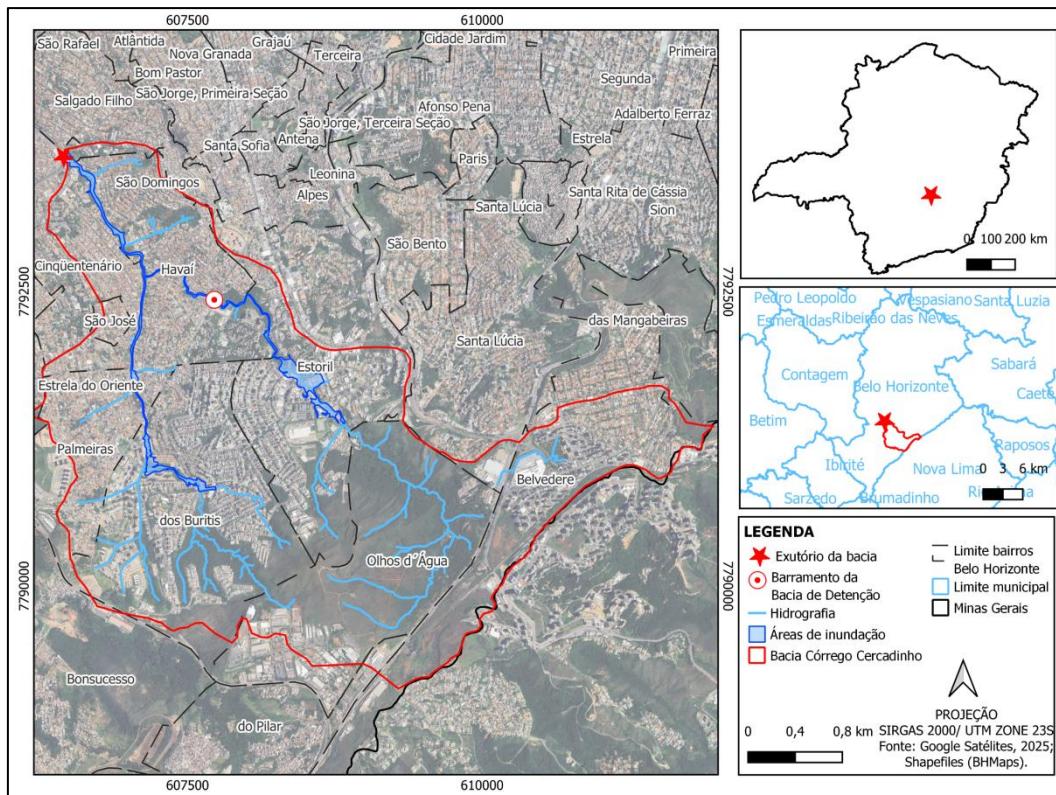
## METODOLOGIA

### Área de estudo

A bacia escolhida para este estudo é a bacia do Córrego Cercadinho, localizada na região Oeste de Belo Horizonte (MG). Ela abrange os bairros Buritis, Estoril, Estrela Dalva, Palmeiras, Havaí e parte dos bairros Belvedere e Olhos d'água, conforme apresentado na Figura 1. Com uma área de 12,1 km<sup>2</sup>, a bacia está inserida na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Arrudas. Seu curso

principal, o Córrego Cercadinho, possui extensão de 7,6 km até desaguar no Ribeirão Arrudas, nas proximidades da Av. Teresa Cristina.

Figura 1 – Localização da Bacia Hidrográfica do Córrego Cercadinho



A bacia possui áreas potencialmente inundáveis. De acordo com a Carta de Inundações da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Arrudas (2023), as inundações ocorrem principalmente nos Córregos Cercadinho e da Ponte Queimada, atingindo pontos próximos a avenidas no bairro Estoril e Buritis e na região do exutório da bacia, conforme ilustrado na Figura 1. Devido as inundações recorrentes tanto na bacia do Córrego Cercadinho quanto na bacia do Ribeirão Arrudas, foi estabelecido pela Superintendência de Desenvolvimento da Capital (SUDECAP) como vazão máxima admissível no exutório da bacia do Córrego Cercadinho, onde o córrego deságua no Ribeirão Arrudas, o valor de 103,50m<sup>3</sup>/s (SMOBI, 2019).

### Modelo Hidrológico

O modelo empregado para simulação hidrológica da bacia foi desenvolvido e calibrado por FCO (2023) para definição das áreas inundáveis na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Arrudas. Neste modelo, a área de drenagem da sub-bacia do Córrego Cercadinho, foco deste estudo, foi subdividida em dez sub-bacias com base na topografia e sistema de drenagem existente. O modelo também apresenta os nós e condutos de passagem do escoamento superficial no sistema de drenagem. Para todas as sub-bacias, os parâmetros necessários para a inserção no modelo hidrológico foram calculados e/ou estimados conforme metodologia de FCO (2023) e estão apresentados na Tabela 1. Além desses parâmetros, adotou-se um coeficiente de rugosidade de Manning igual a 0,013 e armazenamento em depressões de 1,9 mm para as áreas impermeáveis.

Tabela 1 – Características e parâmetros das sub-bacias do Córrego Cercadinho adotados no modelo hidrológico

Sub-bacia	Área (ha)	Impermeabilização (%)	Largura (m)	Declividade média (%)	CN da área permeável	Coeficiente de Rugosidade de Manning (n) da área permeável	Armazenamento em depressões(mm) da área permeável
Alto Buritis	49,02	73,73	2300	35,16	92,6	0,064	6,1
Alto Cercadinho	431,02	28,62	5750	32,56	91	0,055	5,7
Havai	112,68	66,85	3200	23,53	95,9	0,064	6
Hospital André Luiz	119,72	70,27	3300	20,72	95,2	0,071	6,3
Médio Buritis	29,48	74,58	1800	30,59	95,2	0,075	6,4
Palmeiras	95,44	77,16	5000	30,59	98,4	0,067	6
Pq. Aggea P. Sobrinho	115,9	28,18	2950	38,35	92,4	0,057	5,8
Pq. São José	61,27	76,23	2250	18,92	96,5	0,07	6,2
Subestação UniBH	93,36	56,48	3300	32,39	98	0,056	5,5
	97,22	73,3	4400	23,81	95,3	0,056	5,7

No modelo, o escoamento superficial é calculado de forma que cada sub-bacia é modelada como um reservatório não linear, com contribuições de eventos de precipitação e de outras sub-bacias a montante (Rossman, 2012). O escoamento superficial acontece quando a profundidade de água na sub-bacia é maior que a capacidade de armazenamento em depressões, infiltração do solo e interceptação de superfícies. A função de produção adotada no modelo foi o Curve Number (CN), desenvolvido pelo Natural Resources Conservation Services dos Estados Unidos (NRCS-USDA) e a propagação hidráulica modelada pelo método de escoamento dinâmico, com base nos princípios de conservação de massa e da quantidade de movimento, descritos pelas equações de Saint-Venant.

### Chuva de projeto

A Instrução Técnica de drenagem de Belo Horizonte (PBH, 2022) estabelece a utilização de chuvas de projeto com tempo de retorno (TR) de 2 e 100 anos, ambos com duração de 120 minutos, para dimensionamento de estruturas de controle na fonte. Para a verificação hidráulica de canais, os TRs variam de acordo com o porte dos cursos d'água; especificamente, para os afluentes diretos do Ribeirão Arrudas, adota-se o TR de 50 anos, conforme estabelecido pela PBH (2022). Logo, no presente estudo, foram adotados os TRs de 2 e 100 anos para avaliação das infraestruturas verde-azul, e o TR de 50 anos, com durações variando de 30, 60, 120, 180 e 240 minutos, para verificação da bacia como um todo.

As chuvas de projeto foram determinadas com base na curva IDF da Região Metropolitana de Belo Horizonte (Pinheiro e Naghettini, 1998), considerando uma precipitação média anual de 1600 mm. As intensidades e alturas de precipitação para os diferentes cenários foram calculadas e inseridas no SWMM em forma de séries temporais discretizadas a cada 10 minutos.

### Infraestruturas verde-azul

Neste trabalho, foram selecionados os telhados verdes e os reservatórios individuais para avaliação, devido à capacidade de redução das vazões de pico das estruturas e a recomendação de adoção dos reservatórios individuais na Instrução Técnica da Prefeitura Municipal de Belo Horizonte (PBH, 2022).

A seleção de áreas para implementação dos reservatórios individuais domiciliares foi realizada a partir do mapeamento das edificações com telhado coloniais cuja área de cobertura fosse igual ou superior a 100 m<sup>2</sup>, conforme critério estabelecido por Rosa (2017). Para os telhados verdes, foi realizado o mapeamento das edificações com telhados de concreto ou metálicos, também com área mínima de 100m<sup>2</sup>. Para tanto, utilizou-se o arquivo vetorial das edificações do município, disponibilizado no BHMMaps (<https://bhmap.pbh.gov.br/v2/mapa/idebhgeo>), sobreposto à classificação dos telhados obtida por meio de classificação supervisionada de imagem de satélite do Sentinel-2, com resolução espacial de 10 m.

Os reservatórios individuais foram classificados em sete classes distintas de acordo com a área de contribuição, sendo dimensionados conforme os critérios definidos pela Instrução Técnica e o Plano Diretor de Belo Horizonte. A instrução exige que essas estruturas garantam que a vazão de escoamento não ultrapasse a condição de pré-urbanização para um evento com TR de 2 anos e duração de 120 minutos. Para isso, a vazão de pré-urbanização foi estimada pelo método racional, adotando coeficiente de escoamento superficial de 0,25.

O volume dos reservatórios foi definido como 30 litros por metro quadrado de área de contribuição, conforme recomendado por PBH (2022), com altura útil (h) de 2 metros. O dimensionamento do dreno de saída seguiu a equação proposta por Rossman e Simon (2022) descrita a seguir, adotando a vazão de pré-urbanização (q), expoente (n) igual a 0,5 e o coeficiente (C) calibrado por classe. A área impermeável tratada pelos reservatórios foi definida com base na área dos telhados.

$$q = Ch^n \quad (1)$$

A Tabela 2 apresenta as características dos reservatórios individuais dimensionados por classe. Essas informações foram inseridas no módulo *LID Control Editor* no SWMM.

Tabela 2 – Características dos reservatórios individuais por classe

Classe	Área de contribuição adotada (m <sup>2</sup> )	Volume do reservatório (m <sup>3</sup> )	Q pré-urbanização (m <sup>3</sup> /s)	C
100 a 200 m <sup>2</sup>	145,51	4,37	2,51E-04	
200 a 300 m <sup>2</sup>	240,45	7,21	4,14E-04	
300 a 400 m <sup>2</sup>	340,98	10,23	5,87E-04	
400 a 500 m <sup>2</sup>	452,25	13,57	7,79E-04	9,24
500 a 600 m <sup>2</sup>	544,29	16,33	9,37E-04	
600 a 700 m <sup>2</sup>	625,33	18,76	1,08E-03	
Acima de 700 m <sup>2</sup>	984,22	29,53	1,70E-03	

Com relação aos telhados verdes, os parâmetros de entrada do módulo *LID Control Editor* no SWMM foram definidos com base em estudos anteriores que modelaram esse tipo de infraestrutura, complementados por recomendações e valores sugeridos no *Storm Water Management Model User's Manual Version 5.2* de Rossman e Simon (2022). A quantidade de infraestruturas inseridas em cada sub-bacia no modelo é apresentada na Tabela 3.

Tabela 3 – Quantidade de telhados verdes e reservatórios individuais inseridos em cada sub-bacia

Sub-bacia	Telhados verdes (unid.)	Área unitária média do telhado (m <sup>2</sup> )	Reservatórios individuais (unid.)	Área unitária média do telhado (m <sup>2</sup> )
Alto Buritis	379	272,16	7	259,34
Alto Cercadinho	318	713,98	402	312,23

Sub-bacia	Telhados verdes (unid.)	Área unitária média do telhado (m <sup>2</sup> )	Reservatórios individuais (unid.)	Área unitária média do telhado (m <sup>2</sup> )
Havai	678	273,23	341	173,4
Hospital André Luiz	865	210,48	603	182,88
Médio Buritis	227	297,29	53	233,03
Palmeiras	719	201,78	505	182,7
Parque Aggea P. Sobrinho	348	368,76	29	275,7
Parque São José	415	184,84	436	182,38
Subestação	308	278,5	166	164,6
UniBH	428	476,19	38	292,01

A aplicação dos telhados verdes e reservatórios individuais trata 30% da área impermeável da bacia do Córrego Cercadinho. De acordo com Rossman e Simon (2022), os telhados verdes tratam apenas o escoamento direto e ao serem inseridos nas sub-bacias, a porcentagem da área impermeável tratada deve ser considerada zero. A partir disso, depois que os telhados verdes são inseridos, é necessário ajustar a porcentagem impermeável e largura (W) de cada sub-bacia para compensar a área impermeável que foi substituída pelos telhados verdes. A área impermeabilizada tratada da bacia e a correção da impermeabilização devido a implantação dos telhados verdes são apresentadas na Tabela 4.

Tabela 4 – Área impermeável tratada na bacia

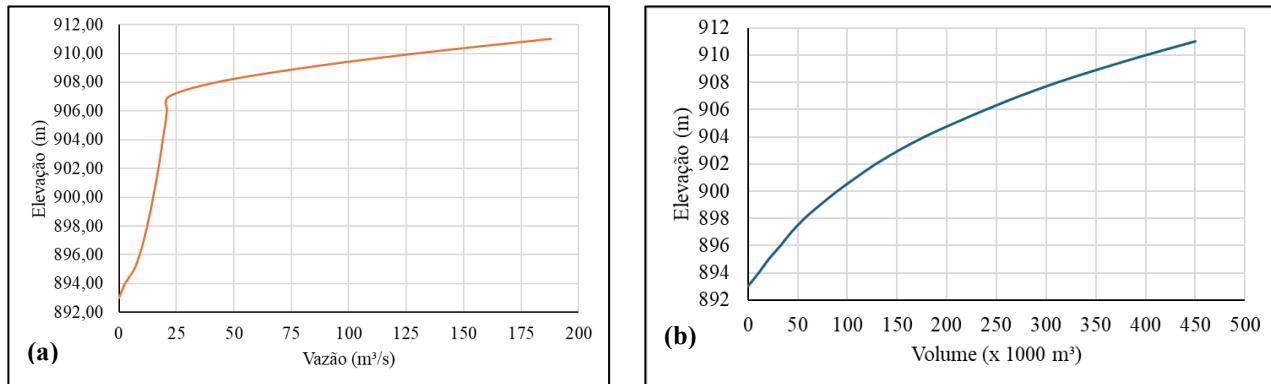
Sub-bacia	Área (ha)	W corrigida (m)	Impermeabilização corrigida (%)	Área impermeável corrigida tratada por reservatório individual (%)
Alto Buritis	49,02	1816,03	66,73	0,74
Alto Cercadinho	431,02	5447,11	24,65	12,13
Havai	112,68	2673,91	60,33	10,58
Hospital André Luiz	119,72	3015,68	67,47	15,05
Médio Buritis	29,48	1387,94	67,03	8,12
Palmeiras	95,44	4239,95	73,07	15,62
Parque Aggea P. Sobrinho	115,9	2623,36	19,24	3,68
Parque São José	61,27	1968,31	72,83	20,61
Subestação	93,36	2996,80	52,08	6,34
UniBH	97,22	3477,60	66,22	2,23

### Bacia de detenção

Com base na vazão de restrição estabelecida para o exutório da Bacia do Córrego Cercadinho, avaliou-se a implantação de uma bacia de detenção para controle de cheias na bacia. O barramento da bacia foi projetado para ser implantado entre no bairro Havaí conforme indicado na Figura 1, ao longo do curso do Córrego Cercadinho, com barramento em concreto e reservatório escavado encaixado no fundo de vale. A bacia de detenção teria uma área de contribuição de 6,20 km<sup>2</sup>, aproximadamente 50% da área total da bacia (SMOBI, 2019).

A curva cota x volume da bacia de detenção e a curva cota x descarga dos vertedores projetados para a estrutura são apresentadas na Figura 2.

Figura 2 – (a) Curva cota x volume e (b) curva cota x descarga da Bacia de Detenção do Cercadinho (SMOBI, 2019)



### Definição dos cenários

Foram considerados três cenários para avaliação das infraestruturas verde-azul: (i) Cenário Atual, sem medidas compensatórias; (ii) Cenário Bacia de Detenção, com a implantação da bacia de detenção; e (iii) Cenário GBI, com aplicação de telhados verdes e reservatórios individuais em edificações selecionadas.

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para verificar a capacidade dos reservatórios individuais, foi simulado no SWMM um evento de chuva com TR de 2 anos e duração de 120 minutos. Inicialmente, os volumes foram definidos conforme a Instrução Técnica (30 L/m<sup>2</sup>) (PBH, 2022), mas os resultados indicaram extravasamento do reservatório e superação das vazões máximas. Diante disso, adotou-se o volume de 40 L/m<sup>2</sup>, conforme proposto por Dias (2022), o que garantiu a contenção da chuva de projeto e o atendimento à vazão limite. A Tabela 5 apresenta os parâmetros dos reservatórios após redimensionamento.

Tabela 5 – Área impermeável tratada na bacia

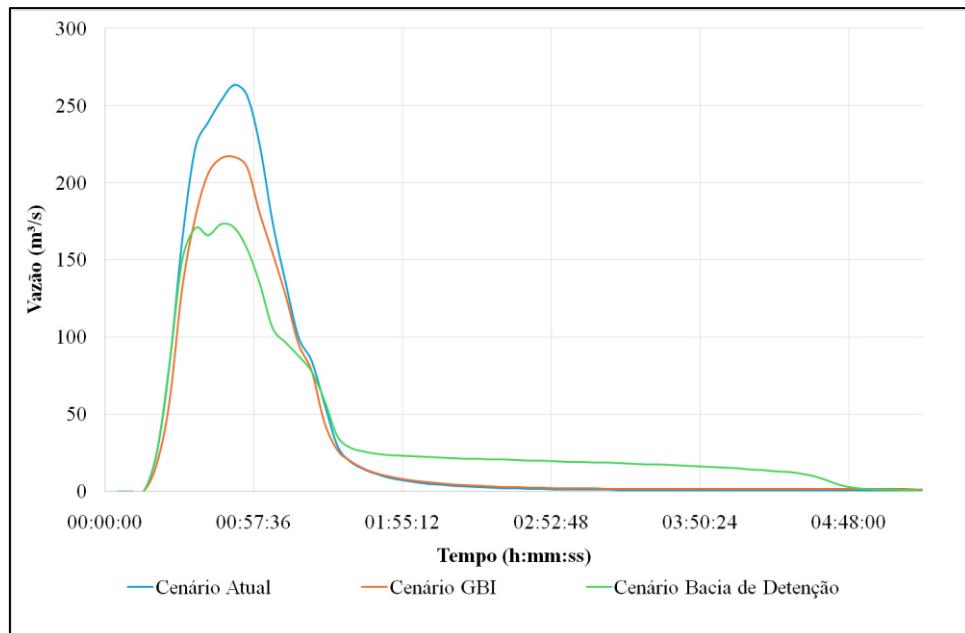
Classe	Área de contribuição adotada ( $\text{m}^2$ )	Volume médio do reservatório ( $\text{m}^3$ )	Q pré-urbanização ( $\text{m}^3/\text{s}$ )	C
100 a 200 $\text{m}^2$	145,51	5,82	2,51E-04	
200 a 300 $\text{m}^2$	240,45	9,62	4,14E-04	
300 a 400 $\text{m}^2$	340,98	13,64	5,87E-04	
400 a 500 $\text{m}^2$	452,25	18,09	7,79E-04	6,93
500 a 600 $\text{m}^2$	544,29	21,77	9,37E-04	
600 a 700 $\text{m}^2$	625,33	25,01	1,08E-03	
Acima de 700 $\text{m}^2$	984,22	39,37	1,70E-03	

Os resultados da modelagem hidrológica da Bacia Hidrográfica do Córrego Cercadinho foram obtidos para diferentes durações de precipitações associadas ao período de retorno de 50 anos para o exutório da bacia do Córrego Cercadinho. A duração de 60 minutos foi considerada a duração crítica da bacia, sendo utilizada para avaliação comparativa dos cenários propostos.

A simulação hidrológica demonstrou que tanto a bacia de detenção quanto as infraestruturas verde-azul reduziram a vazão de pico na bacia do Córrego Cercadinho. A bacia de detenção apresentou a maior atenuação (34,17%), seguida pelas infraestruturas verde-azul (17,67%). No entanto, nenhuma alternativa foi capaz de atender à vazão de restrição de 103,50  $\text{m}^3/\text{s}$  definida pela

SUDECAP. Os hidrogramas gerados para cada cenário sob evento de período de retorno de 50 anos e duração crítica é apresentado na Figura 3.

Figura 3 – Hidrograma para o evento de TR 50 anos com duração de 60 minutos para os diferentes cenários simulados

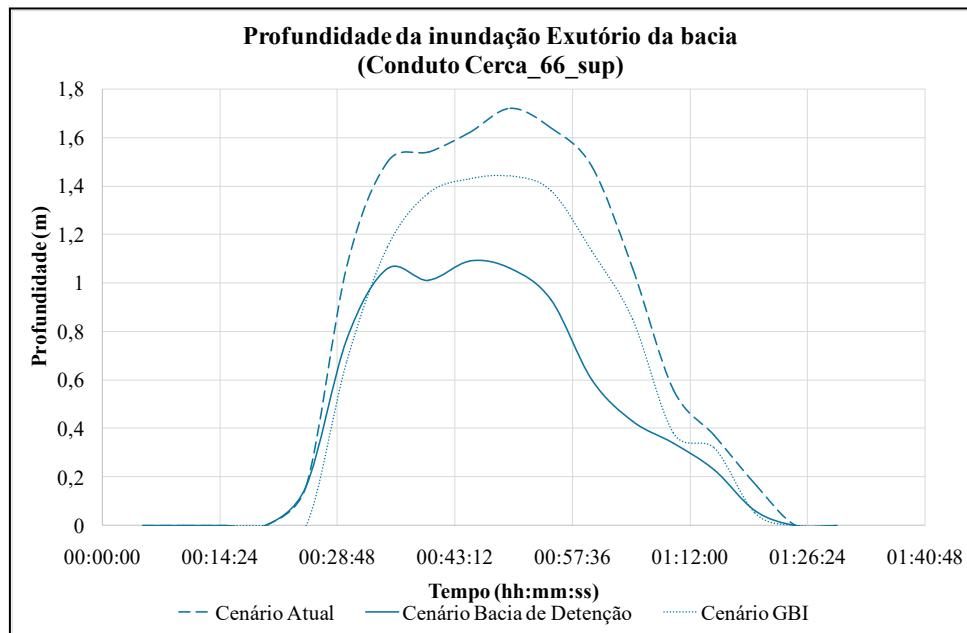


Observou-se também um aumento no tempo de base dos hidrogramas nos cenários com implantação da bacia de detenção e infraestruturas verde-azul, relacionado à liberação gradual da água acumulada nas estruturas. Quanto ao tempo de pico dos hidrogramas, observou-se que nos cenários Atual e GBI o pico ocorreu aos 50 minutos, enquanto o cenário com a bacia de detenção apresentou um tempo de pico de 45 minutos. Essa antecipação está associada ao fato de que, nesse cenário, o hidrograma da bacia do Córrego Ponte Queimada torna-se preponderante. Por possuir uma área de contribuição menor em comparação a bacia do Córrego Cercadinho, o tempo de concentração da sub-bacia do Córrego Ponte Queimada é inferior, resultando em um pico mais precoce.

No que se refere ao volume de água escoado superficialmente, não foram observadas alterações entre o Cenário Atual e o Cenário Bacia de Detenção, uma vez que a evaporação não foi simulada no nó de armazenamento inserido para simular a bacia de detenção. Por outro lado, no Cenário GBI, observou-se um aumento nos volumes de água evaporada na bacia, o que resultou na redução da parcela de água que contribui para o escoamento superficial. Esse aumento na infiltração está associado, principalmente, à implantação dos telhados verdes, que promovem o armazenamento temporário e posterior evapotranspiração das águas pluviais.

A análise de inundações foi realizada nos três principais pontos de inundação da bacia: pontos próximos às avenidas Professor Mário Werneck, Engenheiro Carlos Goulart e a região do exutório da bacia. No exutório foi observado o maior atenuamento do extravasamento do canal, a bacia de detenção reduziu a altura de inundação de 1,72 m para 1,09 m, enquanto as infraestruturas verde-azul reduziram para 1,44 m, conforme ilustrado na Figura 4.

Figura 4 – Avaliação da inundação no exutório da bacia para os cenários simulados



## CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES

Foi possível observar que, ainda que nenhuma das alternativas avaliadas tenha sido capaz de atender integralmente à vazão de restrição estabelecida para o exutório da bacia e a bacia de detenção tenha apresentado maior eficiência na redução das vazões, os resultados indicam que as infraestruturas verde-azul analisadas apresentam bom desempenho frente à bacia de detenção e potencial para substituir parcialmente ou atuar de forma complementar a ela, especialmente em contextos onde se busca reduzir os impactos socioambientais associados a grandes obras estruturais. Além disso, essas infraestruturas contribuem para o reestabelecimento de diferentes parcelas do ciclo hidrológico, como recarga subterrânea e evapotranspiração.

Diante dos resultados obtidos, recomenda-se para os próximos estudos, a ampliação das análises envolvendo a integração de diferentes infraestruturas verde-azul que sejam compatíveis com as características físicas da bacia do Córrego Cercadinho, com o intuito de aumentar o potencial de redução das vazões de pico. Recomenda-se ainda a análise de cenários que combinem a bacia de detenção com as infraestruturas verde-azul. Além disso, futuras avaliações também podem considerar critérios de viabilidade técnica, econômica e social, de forma a embasar a implementação efetiva dessas infraestruturas na bacia.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Fapemig/CNPq pela bolsa de produtividade em pesquisa concedida à segunda autora.

## REFERÊNCIAS

ALMG – ASSEMBLEIA LEGISLATIVA DO ESTADO DE MINAS GERAIS (2024). *Moradores da região Oeste da Capital rejeitam bacias de contenção para prevenir enchentes*. Disponível em: <https://www.almg.gov.br/comunicacao/noticias/arquivos/Moradores-da-regiao-Oeste-da-Capital-rejeitam-bacias-de-contencao-para-prevenir-enchentes/>. Acesso em: 20 mar. 2025.

DIAS, M. L. (2022). *Avaliação do desempenho de microrreservatórios em escala de bacia hidrográfica: estudo de caso da sub-bacia Luxemburgo (Córrego da Rua Guaicuí)*. 103 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Engenharia, Belo Horizonte.

ENGESOLO ENGENHARIA LTDA. *Relatório de Avaliação e Complementação dos Estudos e Modelagens Hidrológicas da Bacia Hidrográfica do Córrego Cercadinho: Volume III*. Belo Horizonte: Secretaria Municipal de Obras e Infraestrutura (SMOBI), 2019.

ENGESOLO ENGENHARIA LTDA. *Relatório de Avaliação e Complementação dos Estudos e Modelagens Hidráulicas da Bacia Hidrográfica do Córrego Cercadinho: Volume IV*. Belo Horizonte: Secretaria Municipal de Obras e Infraestrutura (SMOBI), 2019.

ENGESOLO ENGENHARIA LTDA. *Relatório da Verificação Hidráulica do Sistema Extravasor da Barragem da Bacia de Detenção para Controle de Cheias do Córrego Cercadinho*. Belo Horizonte: Secretaria Municipal de Obras e Infraestrutura (SMOBI), 2019.

FCO - FUNDAÇÃO CHRISTIANO OTTONI (2023). *Modelagem hidrológica e hidráulica das inundações na bacia do Ribeirão Arrudas*. Relatório Técnico. Disponível em: <https://prefeitura.pbh.gov.br/obras-e-infraestrutura/informacoes/diretoria-de-gestao-de-aguas-urbanas/cartas-de-inundacoes/carta-inundacoes-bacia-ribeirao-arrudas>

FLETCHER, T. D.; ANDRIEU, H.; HAMEL, P (2013). *Understanding, management and modelling of urban hydrology and its consequences for receiving waters: A state of the art*. Advances in WaterResources, [S.l.], v. 51, p. 261–279. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.advwatres.2012.09.001>. Acesso em: 20 jun. 2025.

PINHEIRO, M. G.; NAGHETTINI, M. (1998). *Análise regional de frequência e distribuição temporal das tempestades na Região Metropolitana de Belo Horizonte - RMBH*. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, [Porto Alegre], v. 3, n. 4, p. 73-88.

PREFEITURA MUNICIPAL DE BELO HORIZONTE (2022). Sudcap. *Instrução Técnica para Elaboração de Estudos e Projetos de Drenagem Urbana*. Disponível em: <https://prefeitura.pbh.gov.br/obras-e-infraestrutura/informacoes/publicacoes/instrucao-estudos-e-projetos-de-drenagem>.

ROSSMAN, Lewis A. (2012) *Storm Water Management Model (SWMM): Manual do Usuário*. Tradução de Heber Pimentel Gomes, Moisés Menezes Salvino, Alain Passeratde Silans, Cristiano das Neves Almeida, Gerald Norbert Souza da Silva. Universidade Federal da Paraíba, Laboratório de Eficiência Energética e Hidráulica em Saneamento (LENHS). Disponível em: [www.lenhs.ct.ufpb.br](http://www.lenhs.ct.ufpb.br).

ROSSMAN, Lewis A.; SIMON, Michelle A. (2022) *Storm Water Management Model User's Manual Version 5.2*. Cincinnati: U.S. Environmental Protection Agency. 424 p. Disponível em: <https://www.epa.gov/system/files/documents/2022-04/swmm-usersmanual-version-5.2.pdf>.

ROSA, D. W. B. (2017). *Resposta hidrológica de uma Bacia Hidrográfica urbana à implantação de técnicas compensatórias de drenagem urbana - Bacia do Córrego do Leitão, Belo Horizonte, Minas Gerais*. 218 f. Dissertação (Mestrado) - Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos, Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2017. Disponível em: <https://www.smarh.eng.ufmg.br/defesas/1222M.PDF?src=14367>.

TUCCI, C.E.M; PORTO, R. L.; BARROS, M.T. (1995). *Drenagem Urbana*. Porto Alegre: ABRH, 1995. 429 p.