

**IX- 1423- APLICAÇÃO DE TÉCNICAS COMPENSATÓRIAS NA BACIA
CÓRREGO CACHOEIRINHA COM MODELAGEM HIDRÁULICO-
HIDROLÓGICA.**

Matheus Filipe da Silva Pereira ⁽¹⁾

Graduando em Engenharia Urbana pela Escola da Minas da Universidade Federal de Ouro Preto (EM/UFOP).

Tamara Daiane de Souza ⁽²⁾

Doutora e Mestre em Recursos Hídricos e Ambientais com ênfase em tratamento de efluentes pela Universidade Federal de Viçosa - UFV. Professora Adjunta do Departamento de Engenharia Urbana da Escola Minas da Universidade Federal de Ouro Preto (DEURB- UFOP).

Isabela Veiga de Souza ⁽³⁾

Graduanda em Engenharia Urbana pela Escola da Minas da Universidade Federal de Ouro Preto (EM/UFOP).

Júlia Pereira Campos ⁽³⁾

Graduanda em Engenharia Urbana pela Escola da Minas da Universidade Federal de Ouro Preto (EM/UFOP).

Marcela de Oliveira Floriano ⁽⁵⁾

Graduanda em Engenharia Urbana pela Escola da Minas da Universidade Federal de Ouro Preto (EM/UFOP).

Endereço ⁽²⁾: Campus Morro do Cruzeiro - Bauxita - Ouro Preto - MG - CEP: 35400-000 - Brasil - Tel: (31) 3559-1471 - e-mail: tamara.souza@ufop.edu.br.

RESUMO

O crescimento urbano ao longo dos anos vem trazendo diversos impactos no meio urbano, incluindo um aumento nas taxas de impermeabilidade do solo, que contribui para a frequência de inundações em áreas urbanas. Diante a isso, a utilização de estratégias compensatórias de apoio ao sistema de drenagem tradicional vem sendo empregadas a fim de amenizar esse problema causado pela ocupação urbana nas cidades. Este estudo avaliou o uso de duas soluções compensatórias, pavimento permeável e telhados verdes na sub-bacia do córrego Cachoeirinha em Belo Horizonte - MG. A situação atual da área e o cenário com a utilização desses procedimentos foram levados em consideração. Como resultado, as vazões máximas de escoamento tiveram reduções significativas. Para um Tempo de Retorno (TR) de 5 anos, a redução da vazão de pico chegou a 21,7%; para o TR de 10 anos, 20,6%; e para o TR de 50 anos, 18,1%. De acordo com os resultados do estudo, o uso dessas compensatórias reduziram os valores de vazão de pico e demonstram elevada viabilidade em minimizar os efeitos na drenagem das águas pluviais no meio urbano.

PALAVRAS-CHAVE: Urbanização, Técnicas Compensatórias, Drenagem Urbana, Drenagem Sustentável, Córrego Cachoeirinha.

INTRODUÇÃO

As mudanças ambientais e antropocêntricas decorrentes do processo de urbanização acarretam uma série de interferências substanciais no ciclo hidrológico em detrimento do aumento de canalizações dos cursos d'água, ocupação do solo, impermeabilização das vias e dos espaços urbanos, que impactam diretamente o regime de escoamento da água da chuva (MOURA et al., 2011). Assim, as áreas urbanizadas apresentam maior taxa de escoamento superficial devido à redução da permeabilidade do solo e à maior impermeabilização, o que causa uma redução significativa da infiltração e da evapotranspiração (BAPTISTA et al., 2007).

Nesse retrospecto, a drenagem urbana, vista como estratégia de mitigação de impactos nas cidades, tem tido um histórico de equívocos. Pode-se citar o aumento do escoamento superficial e a transferência do problema para jusante, como é o caso da visão de canalizar trechos críticos do curso d'água, que pode agravar eventos de alagamento nos centros urbanos, contribuindo para uma série de prejuízos para a população (TUCCI, 2003). Além disso, é de fundamental importância que a drenagem das águas pluviais seja atrelada ao planejamento urbano municipal e em políticas públicas visando nesse controle dos impactos da urbanização, no regime hidrológico e nas mudanças climáticas (AQUINO, 2021).

Para mitigar os problemas gerados pela urbanização e controlar os efeitos na drenagem urbana, as técnicas compensatórias são estratégias importantes para reduzir a quantidade de água escoada superficialmente, permitindo que ela seja infiltrada ou armazenada temporariamente para ser gradualmente liberada no sistema de macrodrenagem. Dentre essas técnicas, encontram-se, por exemplo, os telhados verdes e os pavimentos permeáveis (OLIVEIRA; BARBASSA; GONÇALVES; 2016).

Diante disso, o presente trabalho tem como objetivo avaliar a aplicação de duas técnicas compensatórias de controle na fonte, os telhados verdes e pavimentos permeáveis, na bacia Córrego Cachoeirinha localizada no município de Belo Horizonte – MG. Como objetivos específicos tem-se de comparar as vazões de pico no exutório considerando os cenários atuais e após a aplicação dessas técnicas, para os tempos de retorno de 5, 10 e 50 anos.

MATERIAIS E MÉTODOS

Caracterização da área de estudo

A sub-bacia do Córrego Cachoeirinha, possui área de aproximadamente 15,75 km² e perímetro de 19,56 km abrangendo uma área significativa na região Nordeste da capital mineira, Belo Horizonte, bem como uma parte na região Noroeste, contemplando uma vasta extensão de bairros, sendo eles apresentado na Figura 1.

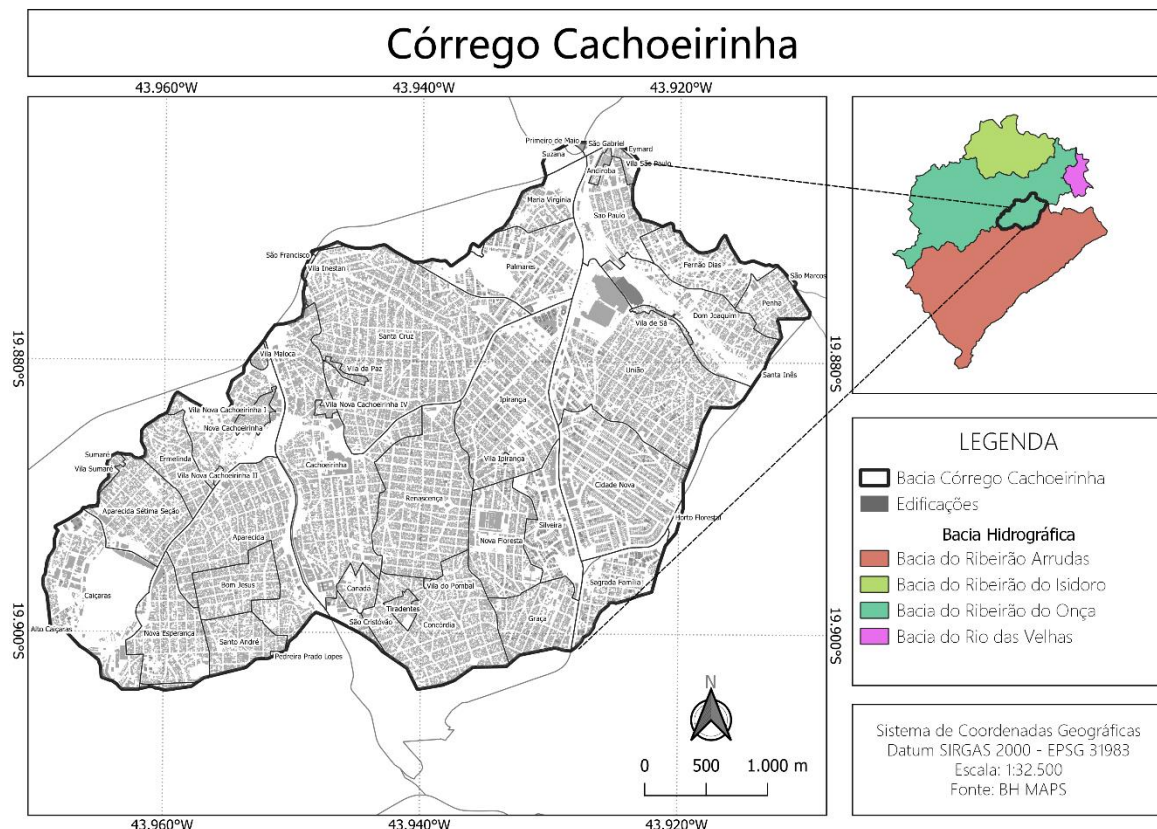


Figura 1: Localização da sub-bacia do Córrego Cachoeirinha.

O clima da região é quente temperado (Cwa) de acordo com a classificação de Köppen-Geiger. A temperatura média anual é de 28°C e a pluviosidade média anual da região em torno de 1205 mm sendo o mês de dezembro mais chuvoso (CLIMATE DATA, 2023).

A bacia do Córrego Cachoeirinha está classificada no grupo hidrológico tipo B e seus solos pertencem ao Complexo Belo Horizonte, que, de acordo com Ramos, Viana e Baptista (1999), são predominantemente arenosos e apresentam uma taxa moderada de infiltração.

A sub-bacia é quase em sua totalidade urbanizada, ou seja, apresenta altos índices de impermeabilização, com cerca 6,37km² de sua área ocupada por edificações residenciais, comerciais e indústrias, e uma limitada presença de áreas com cobertura vegetal, fatores esses que tornam os córregos da sub-bacia vulneráveis as problemáticas de inundações.

O Córrego Cachoeirinha é o principal curso d'água desta bacia e ao se reunir com o Ribeirão Pampulha dá origem ao Ribeirão da Onça um dos afluentes do Rio São Francisco. O córrego principal da sub-bacia possui aproximadamente 7 km de extensão, sendo que 5,32 km são de canal revestido fechado, 1,26 km de canal revestido aberto e somente 0,43 km correspondente ao leito natural do rio. Trechos do Córrego Cachoeirinha percorrem áreas próximas a importantes avenidas da capital, como a Av. Cristiano Machado e a Av. Bernardo Vasconcelos, que apresentam grande circulação de veículos e pedestres, e um longo histórico de inundações.

Para esse trabalho, também foram realizados estudos e cálculos dos fatores físicos da bacia hidrográfica, como sua forma (K_f) e coeficiente de compacidade (K_c), a densidade de drenagem (D_d) para identificar a susceptibilidade a inundação. Além disso, foram identificados o comprimento dos cursos d'água, a declividade média do curso d'água principal, e o grupo hidrológico da bacia. Essas informações serão empregadas na modelagem hidrológica e apresentadas ao longo do trabalho.

Os parâmetros da bacia tais como perímetro, área, zoneamento, comprimento curso d'água, declividade, foram registrados com os dados georreferenciados da plataforma BH Map (2023), mantido pela Prefeitura Municipal de Belo Horizonte e auxílio do software QGIS 3.22.

Definição dos parâmetros e modelos de simulação

O entendimento das características hidráulicas-hidrológicas em ambientes consolidados traz consigo a necessidade de ferramentas que possam não apenas fornecer informações mais detalhadas, mas também prever cenários futuros por meio da modelagem e representação dos sistemas físicos (MARINHO FILHO *et. al.*, 2013 *apud* TUCCI, 1987).

Para a simulação de cenários, o software ABC6 - Análise de Bacias Complexas (LABSID, 2019) foi empregado tendo como os parâmetros de entrada a área (km^2), comprimento do talvegue principal (m) e declividade (m/m) pelo método de declividade equivalente constante S_3 de Villela & Mattos (1975), apresentado pela Equação (1) a seguir:

$$S_3 = \left[\frac{\sum L_i}{\sum \left(\frac{L_i}{\sqrt{S_i}} \right)} \right]^2 \quad \text{Equação (1)}$$

Onde: S_3 : declividade equivalente constante [m/m]; L_i : comprimento de cada trecho [m]; S_i : declividade de cada trecho [m/m].

Para gerar o hidrograma de cheias, calculou-se a intensidade de chuva por meio da duração e frequência, utilizando a equação de Villela & Mattos (1975) disponibilizada pelo próprio software. Além disso, foi considerado um tempo de retorno (TR) de 5, 10 e 50 anos, projetando-se os impactos nas estruturas micro e macrodrenagem. O tempo de concentração, foi calculado por meio de equações empíricas, definida como Kirpich I devido a bacia apresentar área inferior a 25km^2 , bem como o modelo de chuva excedente e hidrograma triangular do SCS - Soil Conservation Service (USDA, 1972).

O fator de forma relaciona o formato da bacia ao de um retângulo, correspondendo a razão entre a largura média e o comprimento da bacia ao quadrado e é descrito pela equação (2) de Villela e Mattos (1975).

$$k_f = \frac{A}{L^2} \quad \text{Equação (2)}$$

O coeficiente de compacidade relaciona o formato da bacia a um círculo, constituindo uma relação entre o perímetro e a área da bacia hidrográfica, representada pela equação (3) de Villela e Mattos (1975). A relação entre o coeficiente de compacidade de uma bacia hidrográfica e sua forma é tal que quanto mais irregular for a forma da bacia, maior será o coeficiente de compacidade. Um coeficiente de compacidade igual a um corresponde a uma bacia circular, enquanto para uma bacia alongada, seu valor é significativamente superior a um (TEODORO *et al.*, 2007).

$$k_c = 0,28 \frac{P}{\sqrt{A}} \quad \text{Equação (3)}$$

A densidade de drenagem correlaciona o comprimento dos cursos d'água com a área da bacia hidrográfica, sendo também calculada pela equação exposta por Villela e Mattos (1975), equação (4). Valores de densidade de drenagem inferiores a 7,5 km/km² são indicativos de uma baixa densidade de drenagem em uma bacia hidrográfica. Valores entre 7,5 e 10,0 km/km² são considerados de densidade média, enquanto valores acima de 10,0 km/km² indicam uma alta densidade hidrográfica na bacia (CRHISTOFOLETTI, 1969).

$$D_d = \frac{\sum Li}{A}$$

Equação (4)

Cálculo do CN por meio do zoneamento vigente

O cálculo do número da curva o *Curve Number* (CN) foi realizado por meio de uma média ponderada de acordo com o zoneamento da bacia definido pelo Plano Diretor do Município de Belo Horizonte (2019) com valores pré-estabelecidos para o grupo hidrológico – Tipo D do procedimento para elaboração de projetos ligados a hidrologia desenvolvido pela Superintendência de Desenvolvimento da Capital - SUDECAP (2017), conforme a Equação (2).

$$CN = \frac{CN_{z_1} * A_{z_1} + \dots + CN_{z_n} * A_{z_n}}{A_{total}}$$

Equação (5)

Sendo: Onde CN_{z1}: CN do primeiro tipo de zoneamento encontrado; Az₁: área do primeiro tipo zoneamento; CN_{zn} : CN do n tipo de zoneamento; Az_n: área do n tipo de zoneamento; A_{total}: área total da bacia.

Vale ressaltar, que apesar da bacia do Córrego Cachoeirinha estar localizada na região do grupo hidrológico B, optou-se para realização de cálculos de CN considerar o tipo de solo do grupo hidrológico D. Os solos Tipo D correspondem a solos mais argilosos, que produzem alto escoamento superficial e possuem baixas taxas de infiltração (RAMOS; VIANA e BAPTISTA, 1999). Considerando o elevado processo de urbanização na região, os solos mais impermeabilizados são mais condizentes com a condição atual da bacia.

Aplicação de técnicas compensatórias e simulação de cenários

Considerando uma avaliação da eficácia das técnicas compensatórias na bacia de estudo, desenvolveu-se o modelo hidrológico para dois cenários, sendo o primeiro simulando a condição atual da área e a segunda com uma condição hipotética com aplicação das técnicas compensatórias pavimento permeável e telhado verde.

Nesse sentido, o pavimento permeável se trata de uma técnica compensatória estrutural linear de controle na fonte que tem ganhado destaque nas últimas décadas como uma solução para os problemas relacionados ao escoamento de águas pluviais em áreas urbanas. Essa técnica permite a infiltração da água da chuva no solo, reduzindo o volume e a velocidade do escoamento superficial e contribuindo para a recarga dos aquíferos subterrâneos. Além disso, o pavimento permeável também ajuda a reduzir a poluição hídrica, uma vez que retém e filtra os sedimentos e contaminantes presentes na água da chuva (YU *et al.*, 2021). Assim, considerou-se como critérios para instalação do pavimento permeável apenas vias não artérias, com largura superior a 10 m que possuíam 30 metros de afastamento dos cursos d'água, conforme previsto no Código Florestal (BRASIL, 2012). O CN adotado de 91 é correspondente ao paralelepípedo para a pavimentação permeável seguindo as recomendações expostas por Tucci (1993, p.944).

Já o telhado verde é uma técnica compensatória de controle na fonte que tem se mostrado eficaz para a gestão de águas pluviais em áreas urbanas. Tal técnica consiste na instalação de um sistema de camadas de substrato, drenagem e vegetação sobre a cobertura de edifícios, que permite a absorção e evapotranspiração da água da chuva, reduzindo o escoamento superficial e o risco de enchentes. Além disso, os telhados verdes podem contribuir para o isolamento térmico e acústico dos edifícios, melhorar a qualidade do ar e fornecer habitats para a biodiversidade urbana, sendo uma opção sustentável e viável para o controle na fonte de águas pluviais em áreas urbanas (BERARDI *et al.*, 2014). Nesse sentido, a aplicação de telhados verdes seguiu o critério de ser

instalado em edifícios com cobertura superior a 100m². O CN correspondente ao telhado verde foi de 83, correspondente a uma média obtida por Lorenzini (2013, p.6).

Dessa forma, para o cenário hipotético prevendo a aplicação de técnicas compensatórias, o valor de CN foi obtido conforme a Equação (3).

$$CN_{novo} = \frac{CN_{TV} \times A_{TV} + CN_{PP} \times A_{PP} + CN_{orig} \times A_{rest}}{A_{tot}}$$

Equação (6)

Onde: ATV: Área com potencial para implantação de telhado verde; CNTV: CN referente ao telhado verde; APP: Área com potencial para implantação de pavimento permeável; CNPP: CN referente ao pavimento permeável; Arest: Área restante da bacia, correspondente ao cenário atual; CNorig: CN referente ao cenário atual.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A área com potencial para aplicação de telhados verdes corresponde a 5,14 km² e são apresentados em verde na figura 2 (B).

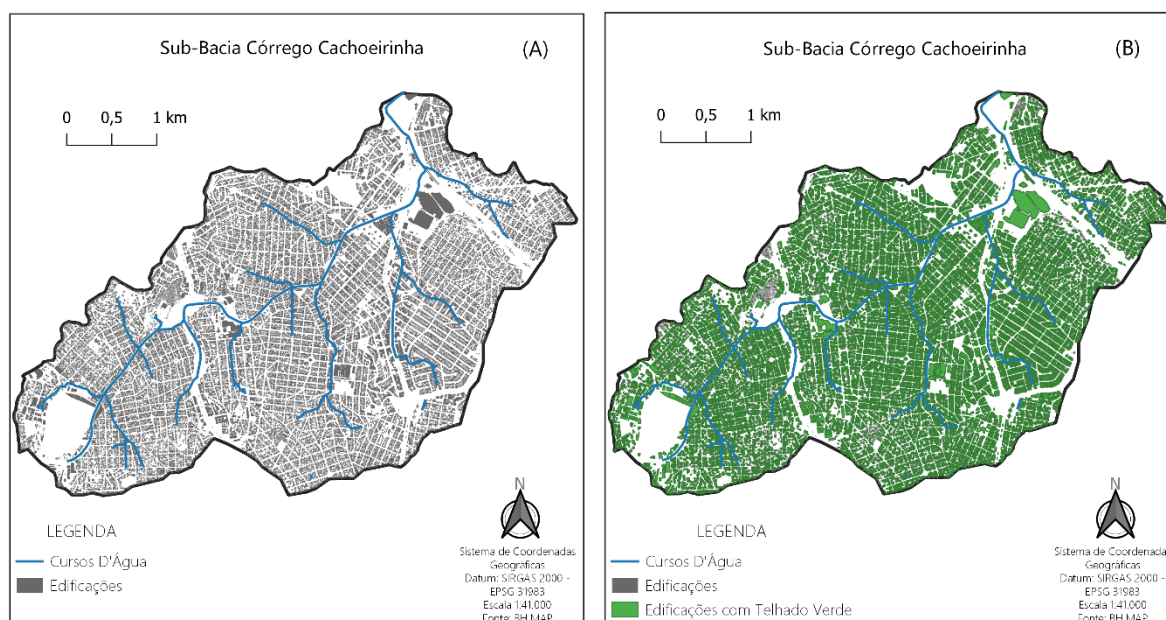


Figura 2: Aplicação de telhado verde em edificações com cobertura superior a 100m².

A área com potencial para aplicação de pavimentos permeáveis corresponde a 2,35 km² e são apresentados em verde na figura 3 (B).

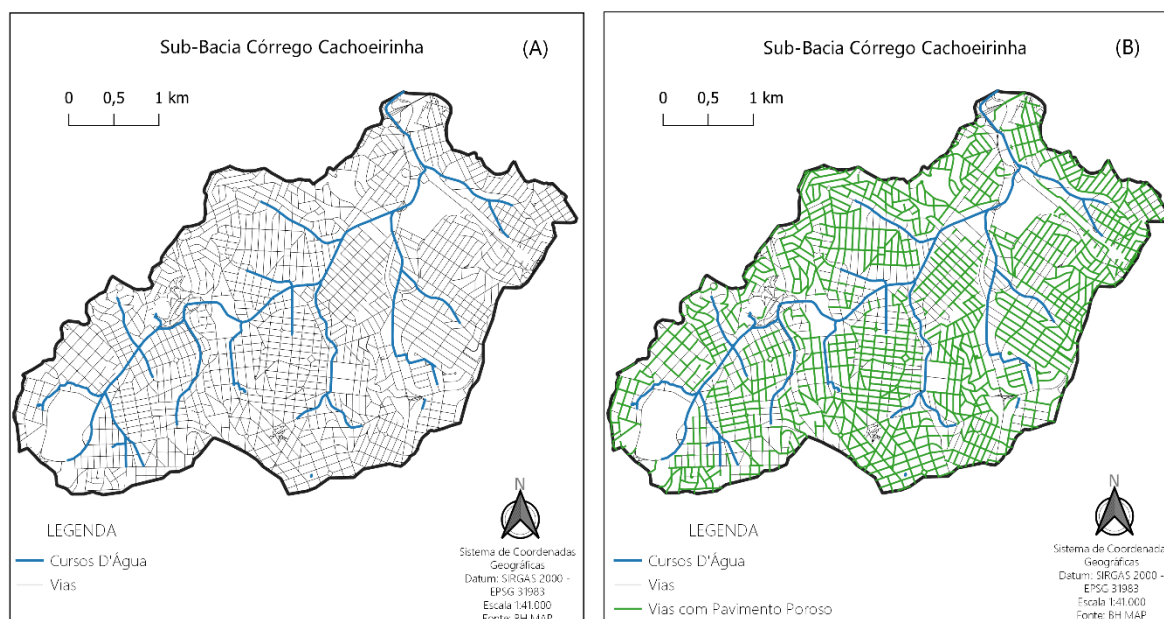


Figura 3: Aplicação de pavimento permeável em vias não arteriais afastadas de cursos d'água.

Primeiramente, na condição original da bacia, foi encontrado o valor de CN de 92, calculado a partir de média ponderada da área da bacia equação 5. Os valores de CN foram obtidos considerando o valor médio dos parâmetros de escoamento superficial do zoneamento urbano de Belo Horizonte expostos no SUDECAP (2017). Os resultados de cada áreas de zoneamento são apresentados na Tabela 1 a seguir.

Tabela 1: Parâmetros de Cálculo de Curve Number Original.

Código da zona	Área (m²)	CN (Grupo Hidrológico D)	CN médio de cada zona
ZP1 (Zona de Proteção 1)	7149	83,5	0,0379
ZESFR (Zona de Grandes Equipamentos – São Francisco)	2386	90,0	0,0136
ZAR2 (Zona de Adensamento 2)	4550896	89,0	25,7116
ZEIS1 (Zona de Especial Interesse Social - 1)	223586	90,0	1,2774
ZPAM (Zona de Preservação Ambiental)	159961	81,5	0,8276
ZA (Zona Adensada)	628276	90,0	3,5895
ZE (Zona de Grandes Equipamentos)	457707	87,0	2,5278
ZAP (Zona de Adensamento Preferencial)	5454251	90,0	31,1616
Arruamento (Vias)	4268603	98,0	26,5555

Um mapa contendo as divisões do zoneamento e arruamento da Córrego Cachoeirinha é exibido na figura 4 a seguir.

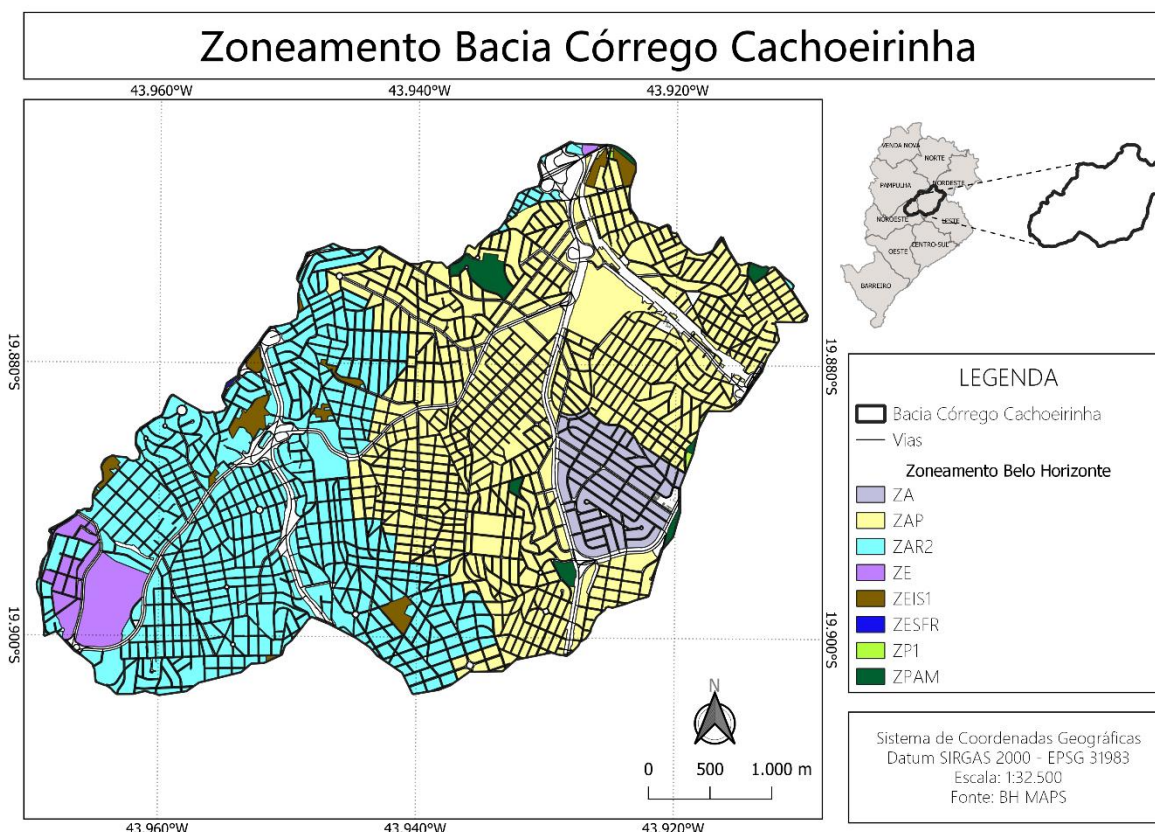


Figura 4: Mapa de Zoneamento Bacia Córrego Cachoeirinha.

Para o cenário hipotético, o valor de CN encontrado foi de 89, calculado pela equação 6, resultados de cada áreas de aplicação de técnicas. Assim, a tabela 2 mostra alguns parâmetros físicos e morfométricos da sub-bacia e demais parâmetros obtidos para a realização da modelagem como área total da bacia, comprimento do curso d'água principal, sua respectiva declividade média e o CN atual e o CN novo, calculado para o cenário hipotético.

Tabela 2: Principais características da sub-bacia do Córrego Cachoeirinha.

Parâmetro	Valor	Método
Perímetro (km)	19,56	Geoprocessamento (QGIS)
Área de drenagem da bacia (km²)	15,75	Geoprocessamento (QGIS)
Área útil para telhado verde (km²)	5,15	Geoprocessamento (QGIS)
Área das vias passíveis para receber pavimento permeável (km²)	23,53	Geoprocessamento (QGIS)
CN atual	92	Média ponderada
CN novo	89	Média ponderada
Comprimento do curso d'água principal (km)	7,00	Geoprocessamento (QGIS)
Declividade média do curso d'água principal (%)	0,64	S3 - Villela e Mattos (1975)
Fator de forma – kf	0,32	Villela e Mattos (1975)
Coeficiente de compacidade – kc	1,38	Villela e Mattos (1975)
Densidade de drenagem – Dd (km/km²)	1,42	Villela e Mattos (1975)

Os resultados obtidos do fator de forma, 0,31, e coeficiente de compacidade, 1,38, indicam que a bacia não é muito sujeita a enchentes (VILLELA E MATTOS, 1975). Já o valor obtido na densidade de drenagem da sub-bacia é de 1,42 km/km², significando que a bacia possui baixa capacidade de drenagem (CRHISTOFOLETTI, 1969), indicando um possível potencial a inundações.

Com base nessas informações é possível concluir que o processo intenso de ocupação do solo na bacia do Córrego Cachoeirinha pode aumentar significativamente o risco de ocorrência de inundações na região. Por isso,

é crucial que sejam adotadas medidas compensatórias adequadas para minimizar os impactos negativos decorrentes dessa ocupação.

Dessa forma, foi gerado os hidrogramas de cheias com o cenário atual da sub-bacia considerando o tempo de retorno (TR) de 5, 10 e 50 anos. Os resultados da simulação do cenário atual são apresentados nas Figura 5, 6 e 7 a seguir:

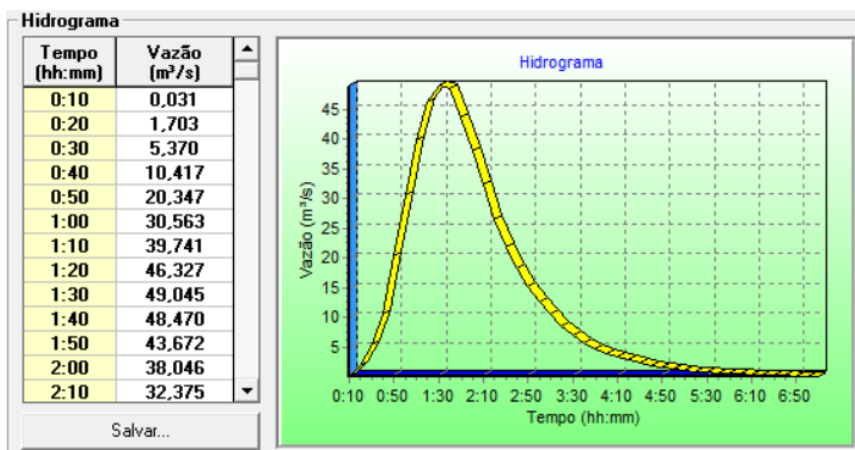


Figura 5: Hidrograma de cheias para cenário atual com TR = 5 anos.

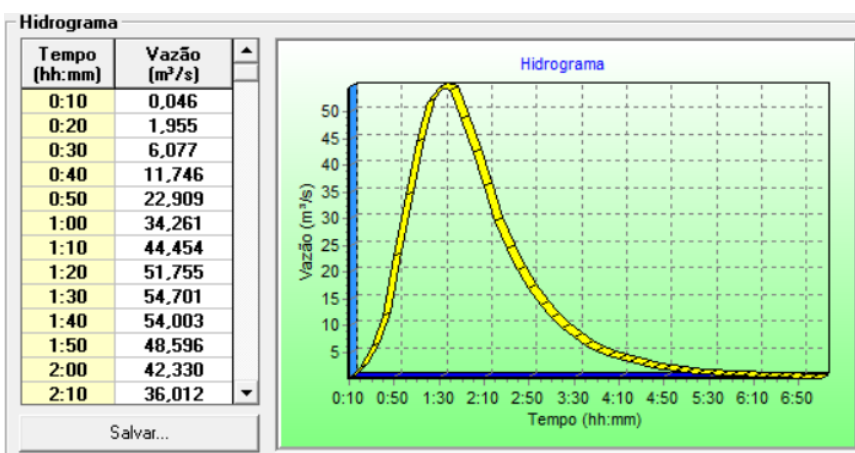


Figura 6: Hidrograma de cheias para cenário atual com TR= 10 anos.

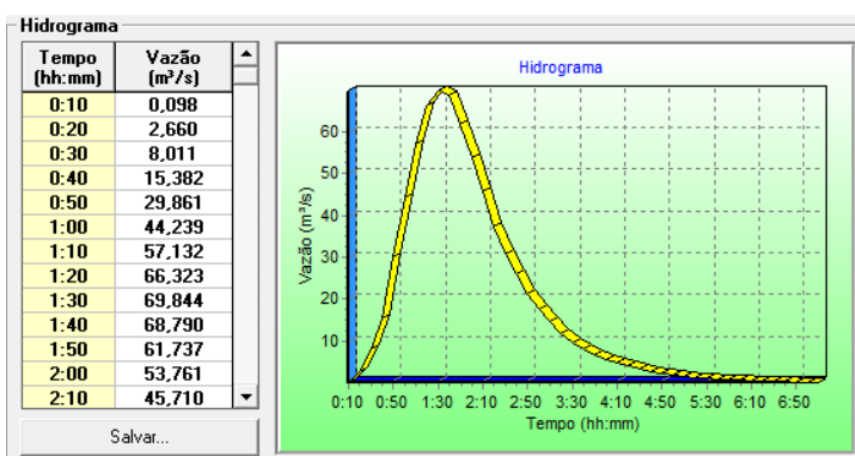


Figura 7: Hidrograma de cheias para cenário atual com TR = 50 anos.

Assim, obteve-se os hidrogramas de cheias com o cenário hipotético após a aplicação de técnicas compensatórias (pavimento permeável e telhado verde) na bacia, considerando o tempo de retorno (TR) de 5, 10 e 50 anos, conforme as figuras 8, 9 e 10 a seguir.

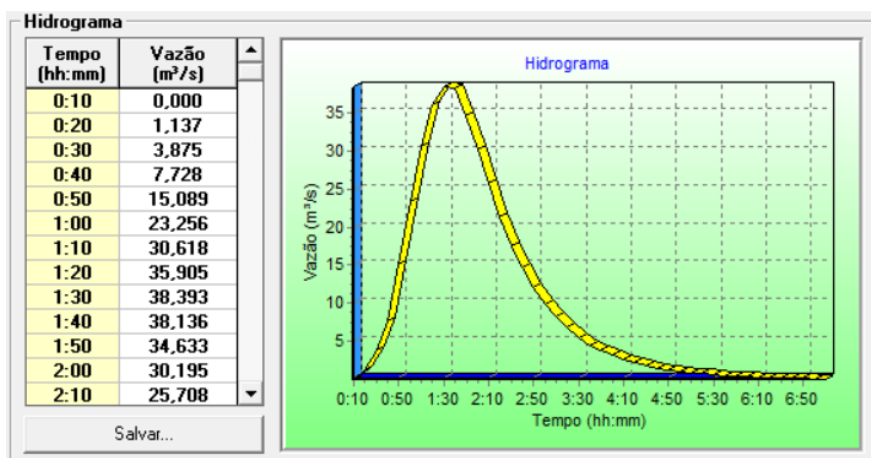


Figura 8: Hidrograma de cheias para cenário hipotético com TR = 5 anos.

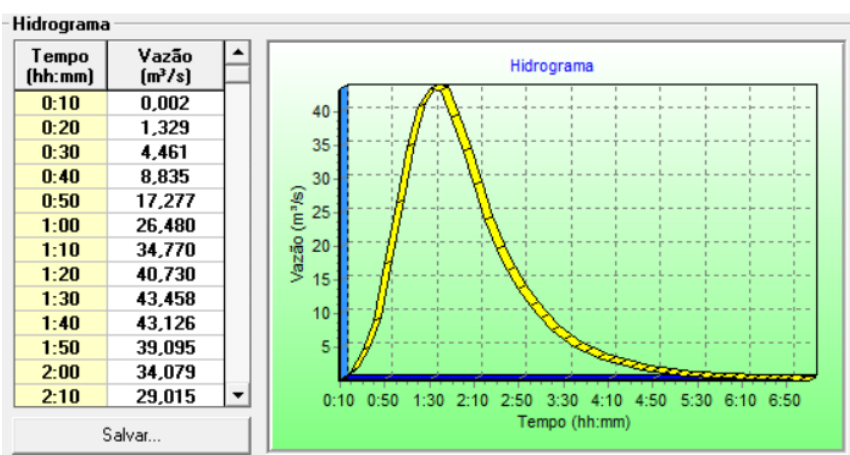


Figura 9: Hidrograma de cheias para cenário hipotético com TR = 10 anos.

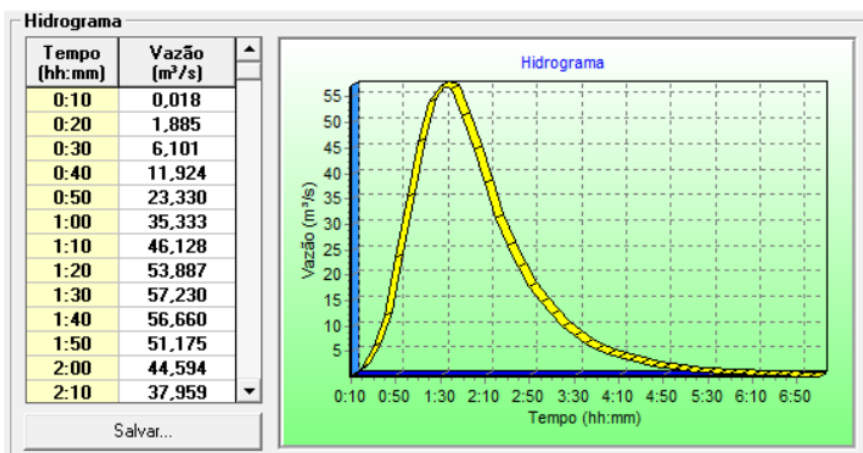


Figura 10: Hidrograma de cheias para cenário hipotético com TR = 50 anos.

Analisando os resultados da simulação, observa-se que a vazão máxima atingida para o período de retorno é de aproximadamente 49,04 m³/s, 54,7 m³/s e 69,84 m³/s para o tempo de retorno de 5, 10 e 50 anos respectivamente no intervalo de 1 hora e 30 minutos sem o uso de técnicas compensatórias. Outrossim, aplicou-se a simulação

na condição hipotética, os hidrogramas após aplicação de técnicas compensatórias na bacia, telhados verdes e pavimentação permeável apresentaram vazão máxima para o período de retorno de aproximadamente 38,39 m³/s, 43,45 m³/s e 57,23 m³/s para o tempo de retorno de 5, 10 e 50 anos respectivamente no intervalo de 1 hora e 30 minutos.

Assim, a implementação de técnicas compensatórias na bacia em questão tem o potencial de reduzir significativamente as vazões máximas de escoamento. Para um TR de 5 anos, a redução da vazão de pico chegou a 21,7%; para o TR de 10 anos, 20,6%; e para o TR de 50 anos, 18,1%. É notório observar que a redução da vazão de pico para um tempo de retorno de 50 anos é inferior ao de 10 anos. Isso pode ser justificado por conta do limite de absorção do evento pluviométrico em um determinado tempo das técnicas de controle na fonte.

CONCLUSÕES

Diante dos resultados obtidos, conclui-se que a utilização de técnicas compensatórias influencia diretamente na redução do valor do CN na sub-bacia, permitindo um aumento significativo da infiltração das águas pluviais, contribuindo para o reabastecimento das águas subterrâneas nos lençóis freáticos.

Vale ressaltar que a Agenda 2030 da Organização das Nações Unidas (ONU BRASIL, 2015) traz em sua constituição 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) e 169 metas para a promoção do desenvolvimento sustentável para todos os países. No que tange a aplicação de técnicas sustentáveis em drenagem urbana, se enquadram os ODS 6 (meta 6.b), 11 (meta 11.b) e 13 (meta 13.2).

Logo, é indispensável destacar a necessidade de implementar medidas e estudos voltados ao desenvolvimento de novas tecnologias de drenagem sustentável, que sejam capazes de acompanhar os processos de urbanização desde o seu início. Diante disso, a redução das vazões de pico obtidas neste trabalho por meio de técnicas compensatórias é bem significativa, tendo em vista que a cidade vem sofrendo há anos com as enormes vazões de escoamento do seu sistema de drenagem. Assim, resultados favoráveis como este reforçam a importância das técnicas de mitigação para reduzir tragédias que vem se tornando cada vez mais comuns na capital mineira.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP) e à Pró-Reitoria de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação (PROPI), bem como ao Departamento de Engenharia Urbana (DEURB) pela orientação e suporte oferecidos durante a realização deste trabalho. Além disso, os autores gostariam de agradecer à Fundação Gorceix pelo apoio e incentivo à execução desse estudo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AQUINO, W. R. *Do crescimento urbano às consequências ambientais: o caso do Riacho da Xoxota no Conjunto Eduardo Gomes em São Cristóvão* - SE. 2021.
2. BAPTISTA, M. B.; BRASIL, L. S. S.; FREITAS, I. C.; DIAS, R. F. C. (2007). *Águas pluviais: técnicas compensatórias para o controle de cheias urbanas: guia do profissional em treinamento: nível 2 e 3 / Ministério das Cidades*. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental (org.). – Belo Horizonte: ReCESA, 2007.
3. BELO HORIZONTE, Prefeitura Municipal de. (2021). "Mapa Oficial da Prefeitura de Belo Horizonte - BH MAP".
4. BERARDI, Umberto; GHAFARIANHOSEINI, A.H.; GHAFARIANHOSEINI, A. *State-of-the-art analysis of the environmental benefits of green roofs. Applied energy*, v. 115, p. 411-428, 2014.
5. BRASIL. *Código Florestal – Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012*. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. Brasília, 2012.
6. CLIMATE DATA. Clima: Belo Horizonte. 2023
7. LABSID - LABORATÓRIO DE SISTEMAS DE SUPORTE A DECISÕES. “ABC”.
8. LORENZINI NETO, F., TASSI, R., TASSINARI, L. C. DA S., BASSO, R.. Calibração e simulação hidrológica de um telhado verde utilizando o método da curva-número do SCS. Artigo aceito para o XX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. 2013.
9. MARINHO FILHO, G. M; ANDRADE R. S; ZUKOWSKI J.C; MAGALHÃES L.L. *Modelos hidrológicos: conceitos e aplicabilidades. Revista de Ciências Ambientais*, v. 6, n. 2, p. 35-47, 2013.
10. MOURA, P.; BAPTISTA M.; LARA, M.; PARREIRAS L.; BANDEIRA J.; PARSIA F.. Estudos para implantação de um sistema de previsão e alerta de cheia no campus Pampulha da UFMG. 2011. XIX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos.
11. OLIVEIRA, A.P.; BARBASSA, A.P.; GONÇALVES, L. M. “Aplicação de técnicas compensatórias de drenagem na requalificação de áreas verdes urbanas em Guarulhos-SP”. *Periódico Técnico e Científico Cidades Verdes*, v. 4, n. 9, 2016.
12. ONU BRASIL. Transformando Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável. ONU BRASIL, 2015. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030/>. Acesso: jan. 2023.
13. PREFEITURA MUNICIPAL DE BELO HORIZONTE. (2017). “Procedimento para Apresentação e de Projetos de Infraestrutura do Município de Belo Horizonte” Capítulo 6. Hidrologia . Belo Horizonte: SUDECAP.
14. PREFEITURA MUNICIPAL DE BELO HORIZONTE. (2019). “Lei Nº 11.181, de 8 de agosto de 2019”. Aprova o Plano Diretor do Município de Belo Horizonte e dá outras providências.
15. RAMOS, M. H.; VIANA C.S.; BAPTISTA, M.B. Classificação dos solos de Belo Horizonte segundo grupos hidrológicos do U.S. Soil Conservation Service. Departamento de Engenharia Hidráulica e Recursos Hídricos da Escola de Engenharia da UFMG. Belo Horizonte, 1999.
16. TEODORO V. L.L; TEIXEIRA D.; COSTA D.; FULLER B. B. O conceito de Bacia Hidrográfica e a importância da caracterização morfométrica para o entendimento da dinâmica ambiental local. *Revista UNIARA*, n20, 2007.
17. TUCCI, Carlos E. M. Hidrologia: ciência e aplicação. Porto Alegre: Editora da Universidade, ABRH: EDUSP, 1993. 944p.
18. TUCCI, Carlos EM. “Drenagem urbana”. *Ciência e cultura*, v. 55, n. 4, p. 36-37, 2003.
19. USDA (1986). Urban Hydrology for small watersheds. NRCS. Technical Release 55.
20. VILLELA, S.M.; MATTOS, A. Hidrologia aplicada. São Paulo: McGRAWHill do Brasil, 1975. 245p
21. YU, Zhiji et al. *Performance of permeable pavement systems on stormwater permeability and pollutant removal. Environmental Science and Pollution Research*, v. 28, p. 28571-28584, 2021.