

XXVI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS

SIMULAÇÃO HIDROLÓGICA DA BACIA DO CÓRREGO OLHOS D'ÁGUA EM BELO HORIZONTE: AVALIAÇÃO DE CENÁRIOS DE USO DO SOLO NO CONTEXTO DO PLANO DIRETOR DE DRENAGEM

Agnes Crystine da Silva Gomes¹; Humberto Antunes Sayão Neto²; Kennedy de Paula Ferreira da Silva³; Vivian Fialho Alves⁴; Jhonatan Pereira Dornelas Borges⁵; Aline de Araujo Nunes⁶

Abstract: Urbanization has been occurring continuously and rapidly, negatively impacting urban drainage and intensifying flood events resulting from soil impermeabilization. This study evaluates the application of compensatory techniques in the Olhos d'Água stream sub-basin, located in Belo Horizonte (MG), using green roofs and permeable pavements as mitigation strategies. Hydrological modeling was carried out using the ABC-6 software, comparing scenarios before and after the implementation of these solutions. In addition to the current scenario, the scenario proposed by the Belo Horizonte Master Plan (Law No. 11,181/2019) was also considered, which establishes guidelines focused on environmental sustainability and the control of hydrological impacts. The results indicate a reduction in peak flows of up to 7.65% for rainfall events with a 10-year return period, demonstrating the effectiveness of the adopted measures and the importance of integrating urban planning with green infrastructure.

Resumo: A urbanização tem ocorrido de forma contínua e acelerada, impactando negativamente a drenagem urbana e intensificando eventos de inundação decorrentes da impermeabilização do solo. Este estudo avalia a aplicação de técnicas compensatórias na sub-bacia do Córrego Olhos d'Água, em Belo Horizonte (MG), utilizando telhados verdes e pavimentos permeáveis como estratégias de mitigação dessas ocorrências. A modelagem hidrológica foi realizada com o software ABC-6, comparando cenários antes e após a implementação dessas soluções. Além do cenário atual, foi considerado o cenário proposto pelo Plano Diretor de Belo Horizonte (Lei nº 11.181/2019), que estabelece diretrizes voltadas à sustentabilidade ambiental e ao controle de impactos hidrológicos. Os resultados indicam uma redução nas vazões de pico em até 7,65% para eventos de chuvas com tempo de retorno de 10 anos, demonstrando a eficácia das medidas adotadas e a relevância da integração entre planejamento urbano e infraestrutura verde.

Palavras-Chave – Bacia hidrográfica ; Técnicas compensatórias; Córrego Olhos d'água

¹) Graduanda em Eng^a Urbana - Depto.Eng Urbana, Campus Morro do Cruzeiro - Bauxita - Ouro Preto - MG - CEP: 35400-000, (31) 985094920, Correio eletrônico: agnes.gomes@aluno.ufop.edu.br

²) Graduando em Eng^a Urbana - Depto.Eng Urbana, Campus Morro do Cruzeiro - Bauxita - Ouro Preto - MG - CEP: 35400-000, (32) 998347215, Correio eletrônico: humberto.neto@aluno.ufop.edu.br

³) Graduando em Eng^a Urbana - Depto.Eng Urbana, Campus Morro do Cruzeiro - Bauxita - Ouro Preto - MG - CEP: 35400-000, (31) 982105580, Correio eletrônico: kennedy.ferreira@aluno.ufop.edu.br

⁴) Graduanda em Eng^a Urbana - Depto.Eng Urbana, Campus Morro do Cruzeiro - Bauxita - Ouro Preto - MG - CEP: 35400-000, (31) 971350022, Correio eletrônico: vivian.fialho@aluno.ufop.edu.br

⁵) Graduando em Eng^a Urbana - Depto.Eng Urbana, Campus Morro do Cruzeiro - Bauxita - Ouro Preto - MG - CEP: 35400-000, (31) 992604209, Correio eletrônico: jhonatan.borges@aluno.ufop.edu.br

⁶) Eng Agrícola e Ambiental, Prof^a. Dr^a. UFOP - Depto. Eng.Urbana, Campus Morro do Cruzeiro - Bauxita - Ouro Preto - MG - CEP: 35400-000, Correio eletrônico: aline.nunes@ufop.edu.br

INTRODUÇÃO

O processo acelerado de urbanização dos centros urbanos tem gerado uma série de problemas, entre os quais se destacam as inundações. Esses eventos são intensificados por ações antrópicas que envolvem a intensa concentração de edificações, a expansão de áreas pavimentadas e o uso e ocupação inadequados do solo (MORAIS, 2022). O aumento progressivo da impermeabilização em áreas urbanas, aliado à ocorrência de eventos extremos de precipitação, compromete a capacidade natural de infiltração da água, intensificando o escoamento superficial e, consequentemente, a suscetibilidade das cidades a alagamentos e enchentes.

Nessa perspectiva, a urbanização da sub-bacia do Córrego Olhos d'água se intensificou a partir da década de 1950, com ocupações irregulares às margens do córrego, como é o caso da comunidade Dandara. Essas ocupações desrespeitam a faixa de 30 metros de preservação permanente prevista no código florestal (2012), comprometendo a proteção do leito e na qualidade da água (PMS PBH, 2016; LIMA, 2016; FRANCISCO, 2018; SANTOS, 2017). Um dos trechos mais impactados é a Avenida Francisco Negrão de Lima, onde a calha do córrego foi canalizada e a vegetação marginal foi suprimida e em muitos pontos o que se encontra no lugar dela na atualidade são despejos de entulho de construção civil. Grande parte do curso está canalizada e não consegue mais prestar a maioria dos serviços ecossistêmicos de um córrego saudável, o que tem contribuído diretamente para a recorrência de inundações na região (BATISTA, 2021).

Diante dessa problemática, torna-se imprescindível integrar o sistema de drenagem ao planejamento urbano, considerando critérios ambientais, sociais e econômicos que favoreçam a criação de paisagens hidrologicamente funcionais (KONG et al., 2017; TAVANTI; BARBASSA, 2012). Nesse contexto, os Sistemas Sustentáveis de Drenagem Urbana (SUDS), também conhecidos como Desenvolvimento de Baixo Impacto (LID) na América do Norte, vêm sendo estudados e aplicados desde a década de 1970 como estratégias eficazes para a gestão das águas urbanas (CATIMAY et al., 2019; MORAIS, 2022).

Entre as medidas de controle propostas pelos SUDS, destacam-se as técnicas compensatórias (TC), que visam reduzir o volume de escoamento superficial e atenuar picos de vazão por meio da ampliação das áreas de infiltração (LI et al., 2017). Telhados verdes e pavimentos permeáveis são exemplos de soluções de baixo impacto que contribuem significativamente para a mitigação de inundações urbanas, ao mesmo tempo em que promovem benefícios estéticos, térmicos e ecológicos no ambiente urbano.

A relevância dessas estratégias é evidenciada no Plano Diretor de Belo Horizonte, instituído pela Lei nº 11.181/2019, que tem como um de seus pilares a sustentabilidade ambiental e a resiliência urbana. A legislação propõe a gestão integrada dos recursos hídricos urbanos por meio do fortalecimento da infraestrutura verde e azul, da preservação das áreas de recarga hídrica e da adoção de soluções baseadas na natureza como forma de enfrentamento das mudanças climáticas. O plano reconhece explicitamente os riscos hidrológicos como fatores condicionantes ao uso e ocupação do solo, determinando a necessidade de compatibilizar o adensamento urbano com a capacidade de suporte ambiental das bacias hidrográficas.

Neste contexto, o presente trabalho tem como objetivo avaliar o comportamento hidrológico da sub-bacia do Córrego Olhos d'Água, localizada na bacia do Ribeirão da Onça, em Belo Horizonte (MG), considerando a aplicação de técnicas compensatórias em uma área urbana situada ao longo da Avenida Francisco Negrão de Lima. Para isso, foi realizada uma análise comparativa de vazões de pico no exutório da bacia em três cenários distintos: (i) cenário atual (considerado pela Prefeitura de Belo Horizonte como o CN estimado em 2021); (ii) cenário futuro regulado pelas

diretrizes do Plano Diretor de Belo Horizonte, com ênfase em sustentabilidade e controle de impactos hidrológicos (referente a Lei 11.181); e (iii) cenário com a implementação de técnicas compensatórias, com foco na aplicação de telhados verdes e pavimento permeável.

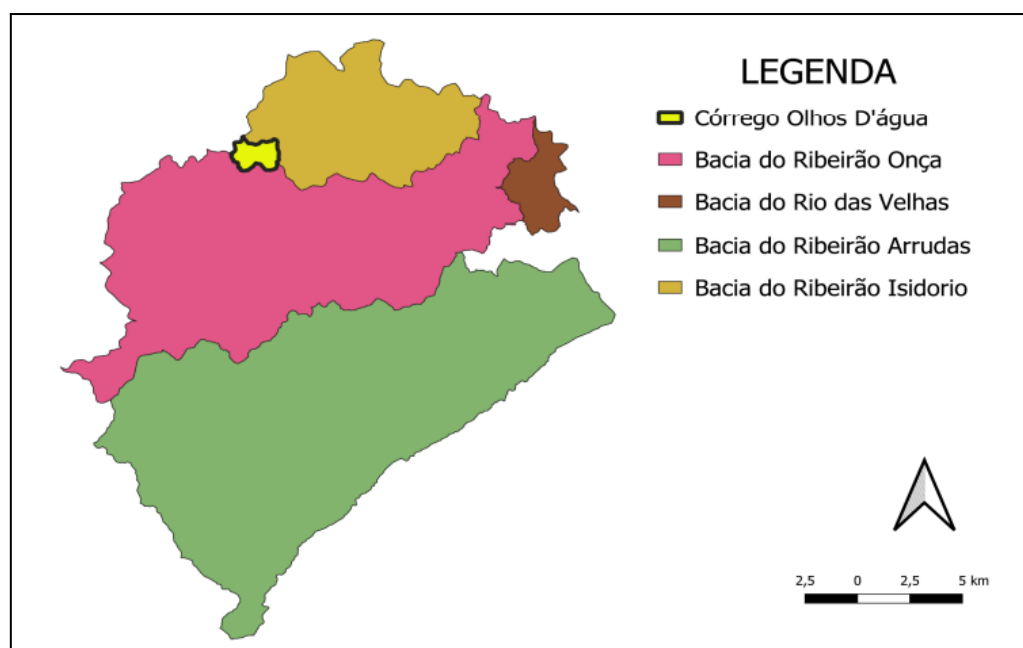
Ao empregar modelagem hidráulico-hidrológica para avaliar os efeitos dessas diferentes condições de ocupação e intervenção, esta pesquisa busca oferecer contribuições técnicas e científicas que contribuam para a efetivação das diretrizes estabelecidas pelo Plano Diretor.

MATERIAL E MÉTODOS

A sub-bacia do Córrego Olhos D'Água está localizada em Belo Horizonte, Minas Gerais, e faz parte da Bacia do Ribeirão Onça. Com uma área aproximada de 2,83 km², a sub-bacia está inserida em uma região altamente urbanizada, abrangendo bairros como Garças, Céu Azul e Trevo, na região de Venda Nova e Pampulha.

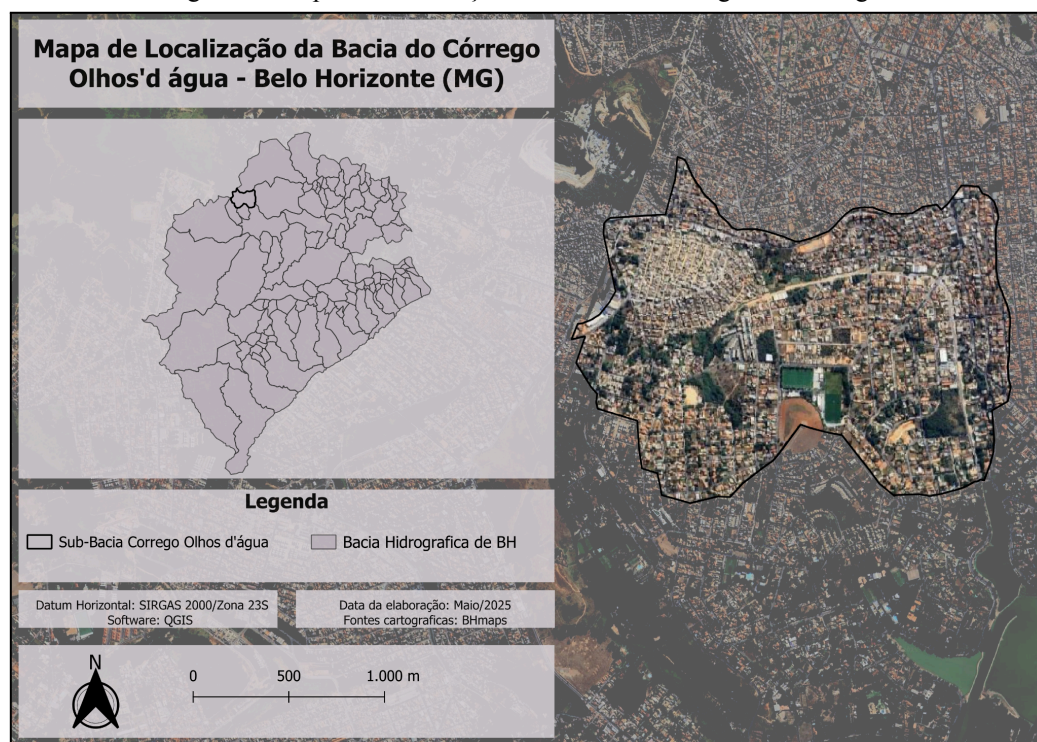
O córrego sofre forte impacto da impermeabilização do solo devido à urbanização intensa, o que resulta em altos índices de escoamento superficial e riscos de enchentes. Historicamente, parte do curso d'água foi canalizado, o que compromete sua função ecológica. Além disso, a sub-bacia enfrenta desafios ambientais, como a poluição hídrica e a ocupação desordenada, exigindo ações de conservação e gestão sustentável. Para melhor compreensão, observa-se as imagens 1 e 2 a seguir.

Figura 1 - Localização da sub-bacia Córrego Olhos d'água



Fonte: Autores (2025)

Figura 2 - Mapa de Localização da Sub-bacia Córrego Olhos d'água



Fonte: Autores (2025)

Para a definição do valor do Curve Number (CN) da sub-bacia em análise, adotou-se o valor de 79, correspondente ao cenário atual, com base nos dados disponibilizados pela Prefeitura de Belo Horizonte no ano de 2021, que refletiam as condições reais de uso e ocupação do solo da sub-bacia naquele período. Para o cenário futuro, foi considerado o valor definido pelo novo Plano Diretor do município de Belo Horizonte, conforme disposto na Lei n.º 11.181, que estabelece um CN igual a 86. Embora o plano tenha como diretriz a mitigação de impactos ambientais, a expansão urbana prevista implica alterações no uso e ocupação do solo que, na prática, resultam em um aumento do escoamento superficial, refletido diretamente no valor mais elevado do CN.

Visando mitigar esses efeitos, foi calculado um novo valor de CN representativo da aplicação de técnicas compensatórias de drenagem. Esse valor permite comparar as vazões de escoamento entre os diferentes cenários, avaliando a eficácia das medidas propostas para controle do escoamento superficial.

Tabela 1 - Dados referentes a bacia

Bacia	Área (km²)	Comprimento do rio principal (km)	Declividade do rio principal S3 (%)	Caracterizaçã o Hidrológica Lei 11.181	Caracterizaçã o Hidrológica 2021
Córrego Olhos d'água	2,83	2,797	0,9885%	CN 86	CN 79

Fonte: Autores (2025)

Foram elaboradas simulações hidrológicas para três diferentes cenários. O primeiro representou o Curve Number (CN) estabelecido pelo Plano Diretor; o segundo considerou o CN do

cenário de 2021; e o terceiro correspondeu a um cenário alternativo, no qual foram aplicadas estratégias de mitigação. O objetivo dessa análise foi verificar o impacto dessas soluções na dinâmica hidrológica da área estudada. Entre as medidas adotadas, destacam-se a implementação de telhados verdes e o uso de pavimentação permeável.

Para a simulação hidrológica dos três cenários, os cálculos foram realizados no software ABC-6, no qual foram inseridas informações essenciais da bacia, como o Curve Number (CN), a área total (km²) e as características do rio principal, incluindo comprimento (km) e declividade (%). A análise considerou a equação Intensidade-Duração-Frequência (IDF) de Belo Horizonte e adotou tempos de retorno de 10 e 50 anos, conforme as exigências de diferentes infraestruturas de drenagem. O método de Kirpich I foi selecionado por sua adequação a bacias hidrográficas de pequeno porte.

1. Telhados Verdes:

Os telhados verdes são conhecidos por converter a superfície de um telhado convencional em um espaço multifuncional por meio da utilização da vegetação. Alguns estudos demonstraram que essa prática proporciona múltiplos benefícios simultâneos, como a melhoria significativa da qualidade ambiental, atuando na mitigação de ilhas de calor, na remoção de poluentes atmosféricos, além de favorecer o aumento da biodiversidade e a recuperação de habitats degradados em áreas urbanizadas (TASSI *et al.*, 2014).

O telhado verde também confere melhorias quanto ao conforto térmico (VECCHIA, 2005; BEYER, 2007) e acústico (RENTERGHEM; BOTTELDOOREN, 2009), já que a vegetação e o solo atenuam tanto a transmissão de calor quanto de ruído para o interior da edificação, o que gera, também, economia de energia (GIBBS *et al.*, 2006).

Costuma-se classificar os diferentes tipos de telhados verdes em duas grandes categorias: os sistemas extensivos e sistemas intensivos (TASSI *et al.*, 2014).

Os sistemas extensivos caracterizam-se pela leveza, menor custo e reduzida profundidade, sendo desenvolvidos para espécies vegetais adaptadas a condições adversas e com baixa necessidade de manutenção. Esses sistemas possuem capacidade de suportar cargas de até 100 kg/m² (YANG; YU; GONG, 2008).

Por outro lado, os sistemas intensivos apresentam estrutura mais robusta e exigem manutenção frequente, além de um sistema de irrigação eficiente. Sua estrutura suporta o cultivo de arbustos e até mesmo árvores, sendo altamente eficaz no controle do escoamento pluvial devido à maior espessura do substrato. Com capacidade de carga variando entre 700 e 1200 kg/m² (TASSI *et al.*, 2014).

Nesse contexto, foi adotado, nesta pesquisa, o sistema de telhado verde do tipo extensivo, por demandar baixa ou nenhuma manutenção, além de apresentar custos reduzidos de implantação e operação.

2. Pavimento permeável:

Pavimento permeável é um dispositivo de infiltração onde o escoamento superficial é desviado através de uma superfície permeável para dentro de um reservatório de pedras localizado sob a superfície do terreno (Urbonas e Stahre, 1993). Segundo Schueller (1987), os pavimentos permeáveis são compostos por duas camadas de agregados (uma de agregado fino ou médio e outra de agregado graúdo) juntamente da camada do pavimento permeável propriamente dito.

Cálculo do novo Curve Number (CN):

Para analisar os efeitos da implementação de medidas compensatórias, foi determinado um novo valor de CN, com base nas áreas correspondentes a cada método adotado e em seus

respectivos valores de CN. No caso dos telhados verdes, utilizou-se um CN de 80 (RATHKE, 2012), enquanto para as superfícies permeáveis, adotou-se um CN de 76 (SILVA e FILHO, 2019).

A delimitação das áreas foi realizada com base em informações obtidas no BH MAP, processadas no software QGIS. Como critério, foram consideradas apenas vias locais e coletoras com largura superior a 10 m, por serem mais adequadas à instalação de pavimentos permeáveis. A análise também se restringiu às regiões situadas em um raio de 30 m de corpos hídricos, independentemente de estarem canalizados ou em seu estado natural, por se enquadrarem como zonas de proteção ambiental (APPs).

O novo valor médio de CN para a área foi obtido conforme a equação 1 a seguir.

$$CN_{\text{médio}} = \frac{(CN_{st} \cdot A_{st}) + (CN_{pp} \cdot A_{pp}) + (CN_{tv} \cdot A_{tv})}{A_{\text{total}}} \quad (1)$$

Em que:

CN_{st} = Curve number da área da sub-bacia sem técnicas compensatórias (cenário atual);

A_{st} = Área da sub-bacia sem técnica compensatória (área restante);

CN_{pp} = Curve number do pavimento permeável;

A_{pp} = Área do pavimento permeável;

CN_{tv} = Curve number do telhado verde;

A_{tv} = Área do telhado verde;

A_{total} = Área total da sub-bacia.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Tabela 2 apresenta uma síntese das principais características da sub-bacia, incluindo as áreas potencialmente viáveis para a implementação das técnicas compensatórias, como telhados verdes e pavimentação permeável. Adicionalmente, a Figura 3 ilustra as regiões onde essas técnicas podem ser aplicadas, conforme os critérios previamente estabelecidos.

Tabela 2 - Principais características da sub-bacia do Córrego olhos d'água. Fonte: Autores (2025)

Parâmetro	Valor	Unidade	Método
Área total da bacia	2830000	m ²	Ferramenta QGIS
Perímetro	8,129	km	Ferramenta QGIS
Área útil para telhado verde	409762	m ²	Ferramenta QGIS
Área de ruas aptas para aplicação de pavimentos permeáveis	41904,43	m ²	Ferramenta QGIS
Comprimento total dos rios da bacia	4,555	km ²	Ferramenta QGIS
Curve Number (CN) antes da implantação (Lei 11.181)	86	-	Plano Diretor

Curve Number (CN) antes da implantação (2021)	79	-	Ferramenta QGIS
Curve Number (CN) depois da implantação	85	-	Média ponderada

Fonte: Autores (2025)

Figura 3 - Áreas de Implantação das técnicas compensatórias



Fonte: Autores (2025)

Nesse sentido, baseado na equação 1, foi obtido um CN equivalente de 85 para as técnicas compensatórias adotadas. Apesar da aplicação de técnicas compensatórias, o valor final de CN permaneceu elevado devido à predominância de áreas impermeáveis na sub-bacia. As medidas propostas foram restritas a zonas específicas, como coberturas e vias aptas à substituição por superfícies permeáveis, o que limitou a capacidade de redução significativa do CN médio.

Com base nos dados referentes à bacia, foi possível realizar a modelagem hidrológica e obter os hidrogramas de pico, determinando-se um tempo de concentração de 41 minutos, valor correspondente à duração da chuva de projeto. As Figuras 4 e 5 apresentam os hidrogramas gerados para as condições da sub-bacia considerando três diferentes valores de Curve Number (CN): CN 79 (condição atual da bacia, anterior à implantação, referente ao ano de 2021), CN 85 (condição

projetada com técnicas compensatórias) e CN 86 (condição proposta no Plano Diretor), para os tempos de retorno de 10 e 50 anos, respectivamente.

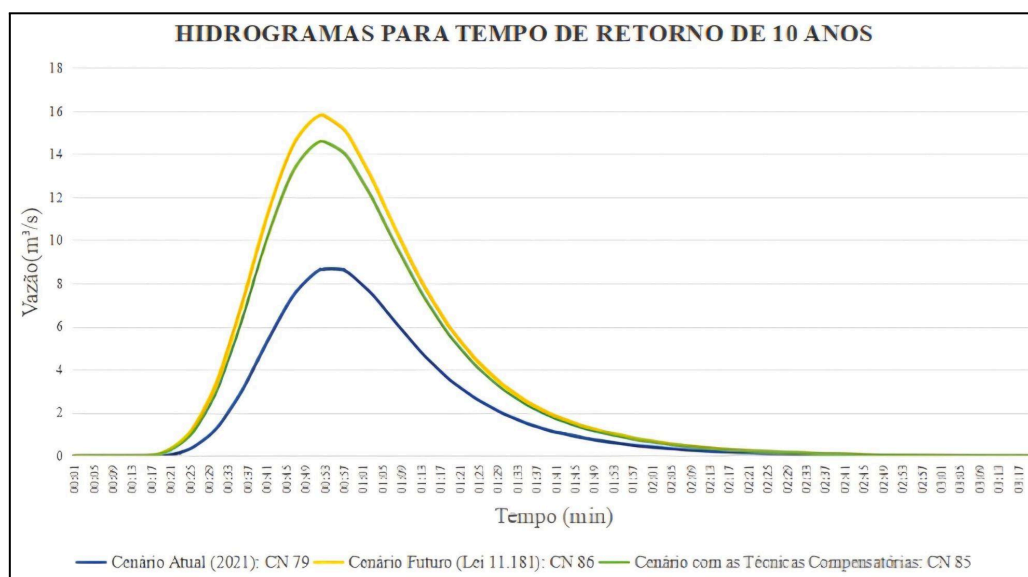
Para o tempo de retorno de 10 anos, observou-se que a condição atual (CN 79) apresentou uma vazão de pico de aproximadamente 8,70 m³/s, enquanto o cenário com CN 85 resultou em 14,61 m³/s, e o cenário proposto no Plano Diretor (CN 86) atingiu 15,82 m³/s. No caso do tempo de retorno de 50 anos, as vazões de pico foram 12,85 m³/s para CN 79, 19,99 m³/s para CN 85 e 21,39 m³/s para CN 86. Isso representa um aumento de aproximadamente 73,59% entre a condição atual (CN 79) e a proposta do Plano Diretor (CN 86) para TR = 10 anos, e de 73,59% também para TR = 50 anos.

A partir desses resultados, destaca-se que a adoção das técnicas compensatórias proporcionou uma redução modesta das vazões de pico em relação ao cenário do Plano Diretor, indicando um efeito positivo, ainda que limitado, sobre o controle do escoamento superficial. Comparando-se o cenário com CN 85 à situação do Plano Diretor, observa-se uma redução de aproximadamente 6,74% para TR = 10 anos e 5,37% para TR = 50 anos. Já em relação à condição atual (CN 79), o aumento de vazão com CN 85 é de 62,31% para TR = 10 anos e 65,15% para TR = 50 anos.

Embora o cenário atual (CN 79) apresenta vazões de pico inferiores às dos cenários futuros (CN 85 e CN 86), essa diferença se justifica pela maior impermeabilização prevista nas projeções do Plano Diretor, associada ao adensamento urbano. Mesmo com a aplicação das técnicas compensatórias, o valor de CN 85 ainda reflete uma condição de uso do solo mais intensiva que a observada atualmente, explicando o aumento nas vazões.

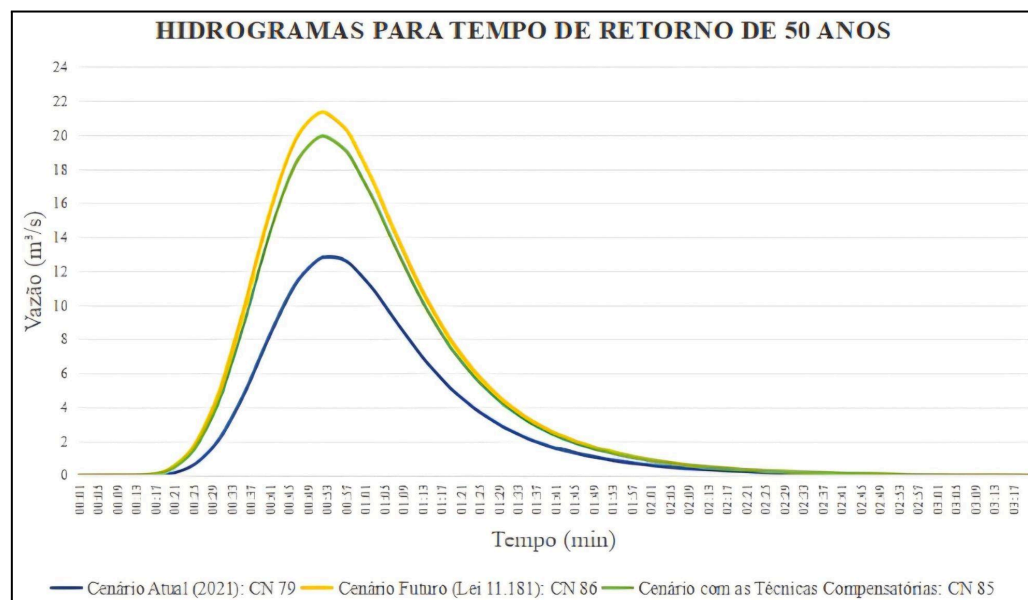
Esses dados demonstram a importância de estratégias sustentáveis de manejo de águas pluviais, especialmente para eventos de menor magnitude, nos quais as medidas de controle na fonte se mostram mais eficazes. Observa-se que a redução da vazão de pico é mais expressiva para o tempo de retorno de 10 anos, o que pode ser atribuído à capacidade limitada das técnicas compensatórias em absorver volumes intensos e prolongados durante eventos extremos (LI et al., 2017).

Figura 4 - Hidrograma para TR = 10 anos



Fonte: Autores (2025)

Figura 5 - Hidrograma para TR = 50 anos



Fonte: Autores (2025)

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo analisou a modelagem hidrológica e hidráulica da sub-bacia do Córrego Olhos d'Água, por meio da geração de hidrogramas de cheia, considerando a implantação teórica de telhados verdes e pavimentos permeáveis como medidas compensatórias de drenagem urbana. Diante dos resultados obtidos, pode-se concluir que a utilização de técnicas compensatórias demonstraram a eficácia na redução das vazões de pico e na mitigação dos impactos das inundações, uma vez que o uso desordenado do solo impacta diretamente na sua impermeabilização que, consequentemente, acarreta em problemas no que tange às infraestruturas de drenagem, sendo assim, vê-se uma necessidade de um estudo de caso, de técnicas e adoção de melhores práticas, como o que foi realizado neste trabalho.

A experiência obtida a partir deste estudo de caso, pode ser utilizada como referência para outras áreas urbanas, evidenciando que é possível correlacionar a preservação ambiental e o desenvolvimento urbano através de um planejamento eficiente, estratégico e sustentável.

REFERÊNCIAS

BATISTA, Augusto César Gonçalves. Análise dos impactos gerados pelo adensamento urbano na bacia do Córrego Olhos d'Água e elaboração de proposta de intervenção. 2021. 71 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária) – Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2021. Disponível em: https://www.eng-ambiental.bh.cefetmg.br/wp-content/uploads/sites/187/2021/09/201412080320_Augusto-Cesar.pdf. Acesso em: 3 jun. 2025.

BELO HORIZONTE. Lei n. 11.181, aprova o Plano Diretor do município de Belo Horizonte e dá outras providências. 2019. Disponível em: <https://www.cmbh.mg.gov.br/atividade-legislativa/pesquisarlegislacao/lei/11181/2019>. Acesso em: 3 jun. 2025.

FRANCISCO, Karla Helena. Diagnóstico da condição de saneamento e qualidade das águas dos contribuintes do reservatório da Pampulha. 2018. 55 f. Monografia (Especialização em Gerenciamento de Recursos Hídricos) – Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Ciências Biológicas, Belo Horizonte, 2018. Disponível em: https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/BUOS-BCCPBC/1/monografia_karla_ufmg.pdf. Acesso em: 3 jun. 2025.

GIBBS, J. et al. Evaluating Performance of a Green Roof System With Different Growing Mediums, Sedum Species and Fertilizer Treatments. In: ILLINOIS STATE ACADEMY OF SCIENCE ANNUAL MEETING, 2006, Chicago. Proceedings... Chicago, 2006.

KONG, F. et al. Modeling stormwater management at the city district level in response to changes in land use and low impact development. *Environmental Modelling & Software*, v. 95, p. 132–142, 2017.

LI, C. et al. Can stormwater control measures restore altered urban flow regimes at the catchment scale? *Journal of Hydrology*, v. 549, p. 631–653, 1 jun. 2017.

MORAIS, Bárbara Roberta. Uso de técnicas de modelagem e análise espacial para avaliação do potencial de aplicação de infraestruturas verdes: estudo de caso da bacia hidrográfica do Córrego da Ressaca, Belo Horizonte – MG. 2022. Dissertação (Mestrado em Análise e Modelagem de Sistemas Ambientais) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2022.

OLIVEIRA, José da Silva. Estudo de técnicas de drenagem sustentável para áreas urbanas. 2020. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2020.

RATHKE, T. A. Medidas de controle pluvial no lote: pavimentos permeáveis e telhados verdes. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2012.

RENTERGHEM, V. T.; BOTTELDOOREN, D. Reducing the Acoustical Façade Load From Road Traffic With Green Roofs. *Building and Environment*, v. 44, n. 5, p. 1081-1087, maio 2009.

SANTOS, Adriane Aparecida dos. Cursos d'água e cidades na produção do espaço urbano: a historicidade da Microbacia do Córrego Olhos d'Água – Pampulha/BH-MG. 2017. 235 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Geociências, Belo Horizonte, 2017. Disponível em: https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/EQVA-BBXES8/1/dissertacao_adriane_aparecida_dos_santos_2017.pdf. Acesso em: 3 jun. 2025.

SCHÜELLER, T. Controlling Urban Runoff: A Practical Manual for Planning and Designing Urban BMPs. Washington: Metropolitan Washington Council of Governments, 1987.

SILVA, L. H.; FILHO, F. C. M. M. Avaliação da eficiência hidrológica de pavimentos permeáveis e sistemas de biorretenção em loteamento residencial. *Revista Eletrônica de Engenharia Civil*, v. 15, n. 2, 2019.

TASSI, Rutinéia et al. Telhado verde: uma alternativa sustentável para a gestão das águas pluviais. *Ambiente Construído*, v. 14, p. 139-154, 2014.

URBONAS, B.; STAHR, P. Stormwater Best Management Practices and Detention. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice Hall, 1993.

VECCHIA, F. Cobertura Verde Leve (CVL): ensaio experimental. In: ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 6., 2005, Maceió. Anais... Maceió: ANTAC, 2005.

YANG, J.; YU, Q.; GONG, P. Quantifying air pollution removal by green roofs in Chicago. *Atmospheric Environment*, v. 42, p. 7266-7273, 2008.