

MODELAGEM HIDRÁULICO-HIDROLÓGICA COM O USO DE TÉCNICAS COMPENSATÓRIAS: ESTUDO DE CASO PARA A BACIA CÓRREGO ITAITUBA, MUNICÍPIO DE BELO HORIZONTE

Ana Luíza R. da S. Santos¹; Ana Luíza S. S. Félix²; Júlia M. de Oliveira³; Mateus G. da Silva⁴ &
Aline de A. Nunes⁵

RESUMO - Inundações são resultado de eventos pluviométricos que vêm sendo intensificados a partir das manifestações de mudanças climáticas, diante de divergências apresentadas dentro do projeto de drenagem urbana e do intenso processo de urbanização. Nesse contexto, este estudo tem o propósito de delinear medidas de minimização dos riscos decorrentes das tendências de cheias observadas na bacia Córrego Itaituba por meio de uma modelagem hidráulico-hidrológica. Para os encaminhamentos deste trabalho, utilizou-se o *software* ABC-6, conforme os métodos utilizados dentro do processo de execução do mesmo, para modelagem de dois cenários: a condição da bacia atual e a condição da bacia se aplicada técnicas compensatórias. Os resultados obtidos indicam que a utilização dessas técnicas compensatórias tem melhor desempenho para o cenário avaliado. Conclui-se que com o emprego de técnicas compensatórias é possível tornar as inundações menos frequentes e de menor risco.

Palavras chave: Bacia Hidrográfica; Medidas compensatórias; Eventos hidrológicos.

ABSTRACT - Floods are the result of rainfall events that have been intensified from the manifestations of climate change, in the face of divergences presented within the urban drainage project and the intense urbanization process. In this context, this study aims to outline measures to minimize the risks arising from the flood trends observed in the Córrego Itaituba basin through hydraulic-hydrological modeling. For the referrals of this work, the ABC-6 software was used, according to the methods used within the process of execution of the same, for modeling two points: the condition of the current basin and the condition of the basin when compensatory techniques are applied. The results obtained indicate that the use of these compensatory techniques have better performance for the evaluated scenario. It is concluded that with the use of compensatory techniques it is possible to make floods less frequent and less risky.

Keywords: Stream Basin; Compensatory measures; Hydrological events.

INTRODUÇÃO

Com a urbanização dos territórios, a relação desses espaços e das pessoas que os habitam com eventos naturais, como a chuva, foi alterada. As cidades surgiram ao redor de onde havia água, e hoje, esses locais precisam ser limitados à ocupação para que não ocorram desastres decorrentes de eventos hidrológicos (REZENDE; ARAÚJO, 2016; COUTINHO, 2019). A urbanização traz consigo o processo de impermeabilização do solo, reduzindo a capacidade de infiltração da água e condicionando o aumento do escoamento superficial e picos de vazão (PINTO, 2011).

Existem técnicas clássicas que visam solucionar os problemas relacionados à drenagem urbana, como: a canalização de cursos d'água, sistemas de microdrenagem e macrodrenagem

¹) Graduanda em Eng^a Urbana – Depto. Eng^a Urbana, CEP 35400-000 Ouro Preto - MG. Correio eletrônico: ana.santos@aluno.ufop.edu.br

²) Graduanda em Eng^a Urbana – Depto. Eng^a Urbana, CEP 35400-000 Ouro Preto - MG. Correio eletrônico: ana.felix1@aluno.ufop.edu.br

³) Graduanda em Eng^a Urbana – Depto. Eng^a Urbana, CEP 35400-000 Ouro Preto - MG. Correio eletrônico: julia.moura@aluno.ufop.edu.br

⁴) Graduando em Eng^a Urbana – Depto. Eng^a Urbana, CEP 35400-000 Ouro Preto - MG. Correio eletrônico: mateus.goncalves@aluno.ufop.edu.br

⁵) Eng^a Agrícola e Ambiental, Prof^a. Dr^a. UFOP – Depto. Eng^a Urbana, CEP 35400-000 Ouro Preto - MG. Correio eletrônico: aline.nunes@ufop.edu.br

(PINTO, 2011; FOCHESSATTO, 2017). Porém, as inundações não param de ocorrer, devido, principalmente, a outras ações antrópicas, como: o processo de mudança climática; ocupação inadequada de áreas urbanas; manejo inadequado de resíduos sólidos; desmatamento e queimadas. Esse conjunto de ações leva à necessidade de pensar na utilização de outras técnicas, de forma complementar à clássica, como as técnicas compensatórias (TUCCI, 2004).

O objeto dessa pesquisa é uma sub-bacia hidrográfica, a bacia Córrego Itaituba, que segundo Attanasio (2004) pode ser entendida como uma unidade física caracterizada como uma área de terra drenada por um determinado curso d'água e limitada pelos seus divisores. A área de terra é onde ocorre as ocupações urbanas e o desenvolvimento das cidades. Dessa forma, essa investigação se faz necessária para a busca de alternativas viáveis que possam diminuir as consequências sociais, econômicas e ambientais geradas pelos eventos de inundação dentro da bacia de estudo, que vem sucessivamente passando por eventos de inundação.

Há duas regiões onde se concentra o risco de inundação na bacia, localizadas pelo Viaduto três mil quatrocentos e noventa e três e, pelo menos, outras sete vias locais e coletoras (BH MAP, 2021). Como consequências sociais, tem-se perdas humanas e animais feridos, população desabrigada e desalojada, proliferação de doenças e perda de patrimônio histórico ou cultural. Há também consequências econômicas, como a necessidade de reparação de vias urbanas e outras infraestruturas, além de perda de bens materiais e residências. As consequências ambientais também são pertinentes, e incluem a contaminação da água e a perda de fauna e flora (TUCCI; BERTONI, 2003).

A base de dados para essa investigação inclui dados da administração municipal, que visam mitigar eventos de cheias, a partir do Plano Diretor (2019), as Instrução Técnica para Elaboração de Estudos e Projetos de Drenagem Urbana do Município de Belo Horizonte (2004), e da Carta de Inundações de Belo Horizonte (2009). Ressalta-se que esse modelo é específico para a bacia em estudo, de forma a tornar pertinente a sua publicação, como contribuição para o avanço dos estudos técnicos científicos sobre o tema.

Anterior à essa pesquisa, pouco se sabia sobre a aplicação de técnicas compensatórias para o contexto da bacia Córrego Itaituba, entretanto, para outras bacias do município de Belo Horizonte estudos similares foram realizados e publicados, e serviram de base para este estudo, como a tese Tendências em eventos extremos de precipitação na região metropolitana de Belo Horizonte: detecção, impactos e adaptabilidade (NUNES, 2018); a dissertação Resposta hidrológica de uma bacia hidrográfica urbana à implantação de técnicas compensatórias de drenagem urbana - bacia do Córrego do Leitão, Belo Horizonte, Minas Gerais (ROSA, 2017) e o artigo modelagem hidrológica com o uso de infraestruturas verdes: estudo de caso para a bacia do Córrego Ressaca, situada no município de Belo Horizonte (NIQUINI *et al.*, 2019).

Assim, o trabalho que segue, tem o objetivo de realizar o estudo da avaliação de intervenções de drenagem urbana a partir de técnicas compensatórias na bacia Córrego Itaituba no município de Belo Horizonte (MG). Objetiva-se, ainda, observar de forma comparativa a resposta hidrológica da bacia a eventos pluviométricos de diferentes intensidades e em dois diferentes cenários: a condição da bacia atual e a condição da bacia se aplicada técnicas compensatórias do tipo pavimento permeável e telhado verde.

MATERIAIS E MÉTODOS

Área de estudo

A Bacia Córrego Itaituba se localiza no município de Belo Horizonte, Minas Gerais, Região Sudeste do Brasil. No que se refere à localização dentro do limite do município, a área de estudo se encontra na zona leste da cidade (Figura 1), entre as Bacias Ribeirão Arrudas, Córrego São Geraldo, Córrego Santa Inês e Córrego Cachorro Magro. Em termos de sua dimensão, ressalta-se que a bacia apresenta uma área de, aproximadamente, $2,18\text{km}^2$, um perímetro de cerca de $6,71\text{km}$, e sua densidade de drenagem é de $2,089\text{km/km}^2$, sendo assim classificada como uma bacia de boa drenagem (CARVALHO; SILVA, 2006). Ressalta-se que essas informações foram coletadas com o auxílio do *software* de geoprocessamento QGis, mediante à base de dados do BH Map.

Ademais, pela classificação de tributários proposta por Horton (1945) e modificada por Strahler (1964), a Bacia Hidrográfica Córrego Itaituba é caracterizada como uma bacia de ordem 3, sendo que, quanto maior a ordem vinculada à bacia, maior a quantidade de tributários contribuintes, assim como, maior sua extensão. Além disso, é importante destacar que o comprimento do curso d'água principal da bacia em estudo é de 2421m , sendo a declividade calculada pelo método S3 de $0,01137\text{m/m}$ ou $1,137\%$.



Figura 1 - Localização da área de estudo.

Fonte: Elaboração própria.

Identificação das áreas impermeáveis na Bacia

A forma de uso e ocupação do solo na área da Bacia, condicionam à impermeabilidade inerente à mesma. Segundo dados do BH Map (2020), $45,41\%$ ($0,99\text{km}^2$) da área é ocupada por edificações, no âmbito das tipologias, tem-se a predominância do uso e ocupação residencial, sendo

esta relacionada à 56,88% ($1,24\text{km}^2$) da área total, seguido da tipologia de uso misto, referente à 8,72% ($0,19\text{km}^2$).

Acrescido a esses dados, vale destacar a parcela do solo em que se tem pavimentações não permeáveis, relativa ao leito carroçável das vias e às calçadas, correspondente à 22,64% ($0,49\text{km}^2$). Somadas, essas áreas representam 68,05% ($1,48\text{km}^2$), sendo possível inferir que, em mais da metade da área pertencente à Bacia Córrego Itaituba se tem a acentuação da dificuldade de infiltração de água no solo, por apresentar, principalmente, grandes quantidades de construções com a presença de materiais impermeáveis.

Descrição do modelo hidráulico-hidrológico

Um modelo hidrológico referente a uma bacia hidrográfica, se define por reproduzir os eventos hídricos em um período de tempo delimitado, mediante à finalidade de se estimar os elementos do fluxo hidrológico para a análise desses dados no contexto de projetos (RENNÓ; SOARES, 2003). Na conjuntura da Bacia Córrego Itaituba, o *software* ABC-6 se faz aplicável para a realização desse modelo, sendo este um aplicativo livre com finalidades didáticas, que visa atender não só as necessidades dos alunos, como também, é comumente utilizado profissionalmente (LABSID, 2021).

Dados para a alimentação do modelo hidráulico-hidrológico

Para a realização do modelo hidrológico, tornou-se necessário a utilização de informações relativas à bacia hidrográfica já apresentadas anteriormente (Tabela 1), sendo estas fixas para ambas as situações apresentadas posteriormente, em que apenas o valor de CN será modificado conforme cada condição analisada.

Tabela 1 - Informações gerais da Bacia Córrego Itaituba.

Bacia	Área (km^2)	Comprimento principal (m)	Declividade equivalente (m/km)
Córrego Itaituba	2,18	2.421	11,37

Fonte: Elaboração própria.

Em adição às mesmas, destaca-se que foram utilizados tempos de retorno (TR) de 10 e 50 anos, definidos pela PBH (2004), como forma de abranger projetos de microdrenagem e de macrodrenagem. Ademais, salienta-se que a curva IDF (Intensidade, Duração e Frequência) de Swami & Mattos foi utilizada em virtude de ser a mais atualizada no contexto da capital mineira, em comparação às demais implementadas no *software*.

Condição atual da bacia em estudo

Primeiramente, calculou-se o *Curve Number* (CN) relativo à bacia, sendo este estabelecido através de média ponderada entre os valores tabelados e a proporção da área relativa a este valor (SOARES *et al.*, 2017). Para tal, baseou-se no estudo realizado por Ramos (1998), em que se tem a relação entre diferentes valores CN e as zonas de ocupação da capital mineira, definidas pela Lei de Parcelamento Ocupação e Uso do Solo (1996) do município. Porém, a nomenclatura utilizada por

Ramos (1998) se tornou obsoleta, sendo necessário realizar correlações entre as classificações de zoneamento atuais e as consideradas em 1998, portanto, visando uma relação mais realística, considerou-se a comparação das definições das categorias usadas anteriormente com as recentes, conforme Tabela 2.

Tabela 2 - Relações entre zonas urbanas, CN e áreas de abrangência.

Identificador	Zona (classificação atual)	Zona (classificação anterior)	CN	Área (m ²)
1	OP-1	ZAP	88	183,286
2	ZEIS-1	ZEIS	85	30,401
3	ZEIS-2	ZEIS	85	28,810
4	OM-3	ZAR-1	86	1.882,151

Fonte: Elaboração própria.

Diante dos dados levantados, fez-se a aplicação dos mesmos na Equação 1, a fim de obter um CN equivalente a toda a área da Bacia Córrego Itaituba nas atuais condições.

$$CN_{orig} = \frac{CN_1 \times A_1 + CN_2 \times A_2 + CN_3 \times A_3 + CN_4 \times A_4}{A_1 + A_2 + A_3 + A_4} \quad (1)$$

Sendo:

A_1 = Área correspondente à OP-1;

CN_1 = CN referente à OP-1;

A_2 = Área correspondente à ZEIS-1;

CN_2 = CN referente à ZEIS-1;

A_3 = Área correspondente à ZEIS-2;

CN_3 = CN referente à ZEIS-2;

A_4 = Área correspondente à OM-3;

CN_4 = CN referente à OM-3.

Condição fictícia com implementação de técnicas compensatórias

Com o intuito de aplicar técnicas compensatórias e analisar o comportamento das mesmas sobre o CN original da Bacia Córrego Itaituba, foi determinado um novo valor de CN associado à bacia hidrográfica, sendo agora, consideradas as áreas com potencial para implementação de telhados verdes que, por sua vez, são coberturas que remetem ao princípio de recomposição vegetal, visando recuperar a qualidade ambiental (NIQUINI *et al.*, 2019). Associada à inserção de pavimentos permeáveis, que permitem a infiltração de água nos solos e também contribuem para a diminuição de ocorrência de enchentes e inundações (REZENDE; GODOY, 2019).

No contexto da implementação de telhados verdes, a seleção das edificações propícias à essa implantação baseou-se no levantamento das áreas de telhados de edificações com mais de 100m². Com base nisso, essa análise é cometida de forma superficial, ponderando somente a dimensão da área do telhado, dado que não se aconselha a implementação dessa técnica em áreas muito pequenas, relacionando-se a potenciais limitados. Assim, ressalta-se que foram consideradas as condições estruturais das edificações quanto a possibilidade de inserção de telhados verdes, todavia, é altamente recomendável que esse fato seja avaliado para uma real implementação de forma eficaz e realista. Diante do exposto, a área calculada de telhado com potencialidade para o recebimento de telhados verdes é 714841m², ou seja, aproximadamente, 0,72km². Ainda assim, tem-se um valor CN normalmente adotado, referente a essa técnica compensatória, de 61 (TOMAZ, 2005).

No que diz respeito aos pavimentos permeáveis, Niquini *et al.* (2019) destacam como restrições à aplicação dessa técnica, a excessiva impermeabilidade do solo, a grande proximidade ao

lençol freático, bem como, evidenciam que essa alternativa não se faz viável para vias em que se tem um elevado volume de tráfego. Os apontamentos se justificam uma vez que, ao se garantir a permeabilidade, isto é, ao facilitar o escoamento da água através de um meio poroso (SAMPAIO *et al.*, 2006), amplia-se, na mesma proporção, a infiltração de produtos químicos que podem vir a danificar o lençol freático. Associada ao tráfego, engloba-se a questão do volume de veículos, que ao ser altamente expressivo nas vias em que as velocidades permitidas são mais altas, aceleram a colmatação dos pavimentos.

À vista das ponderações feitas, foram eliminadas as vias do tipo arteriais, os logradouros que apresentassem largura inferior à 10m (considerando o leito carroçável e as calçadas) e aqueles localizados a 30m dos cursos d'água. Mediante às perspectivas, a área com potencial para a implementação de pavimentos permeáveis na Bacia Córrego Itaituba corresponde a 0,31km². Além disso, adotou-se, para a situação da Bacia Córrego Itaituba, pavimentação de paralelepípedo, tanto para as vias quanto para as calçadas, por ser um dos pavimentos permeáveis mais utilizados nas cidades brasileiras. Ademais, segundo NRCS (1986) *apud* Oliveira (2020), tem-se que, para o grupo hidrológico do solo tipo B, do qual se refere à bacia analisada, o valor de *Curve Number* associado a ruas e estradas com paralelepípedo é de 85.

Com isso, fez-se a aplicação desses dados na Equação 2, visando a obtenção do novo CN associado a área da Bacia Córrego Itaituba relativo à situação fictícia com a inserção de medidas sustentáveis.

$$CN_{novo} = \frac{CN_{TV} \times A_{TV} + CN_{PP} \times A_{PP} + CN_{orig} \times A_{rest}}{A_{TV} + A_{PP} + A_{rest}} \quad (2)$$

Sendo:

A_{TV} = Área com potencial para implantação de telhado verde;

A_{PP} = Área com potencial para implantação de pavimento permeável;

CN_{orig} = CN referente ao cenário atual.

CN_{TV} = CN referente ao telhado verde;

CN_{PP} = CN referente ao pavimento permeável;

A_{rest} = Área restante da bacia, correspondente ao cenário atual;

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Condição atual da bacia em estudo

A partir da metodologia proposta, se obteve um valor aproximado de CN para a área de estudo equivalente a 86, sendo este o número de deflúvio que representa a porcentagem de impermeabilidade do solo de 86% (REZENDE *et al.*, 2018). A modelagem hidrológica, com uso da equação empírica de Kirpich I, retornou um tempo de concentração (T_c) de 44min, a partir do qual se fez possível inferir que este é o período necessário para que, a água que precipitou no ponto mais extremo da bacia chegue até foz. Ressalta-se que este valor também se refere ao tempo total de duração da chuva, informação crucial na aplicação modelo hidráulico-hidrológico da bacia analisada.

Os hietogramas de projeto relativos aos tempos de retorno de 10 e 50 anos, representam a distribuição da precipitação ao longo do tempo. Diante dos mesmos, pôde-se observar que o maior valor de precipitação, para o período de retorno de 10 anos, é de $8,59mm$ e ocorreu por volta dos $24min$ de duração do evento. Além disso, torna-se claro que a precipitação é consideravelmente alta na iminência do pico, anterior e posterior a ele, sendo de $5,15mm$ no tempo de $20min$ e de $6,51mm$ na duração de $28min$ de evento. Assim, se infere que a precipitação para esta situação analisada, acontece de forma crescente até se atingir o pico de precipitação e, depois disso apresenta um decréscimo de precipitação até a chuva cessar.

No âmbito de 50 anos de tempo de retorno, observa-se que a mesma situação descrita anteriormente acontece, sendo a precipitação crescente na duração do evento até atingir um pico máximo de precipitação, após alcançada, esses valores começam a diminuir até que a chuva pare totalmente. Porém, a máxima precipitação se dá por $10,09mm$ e acontece na duração $24min$ do evento. Enquanto as precipitações de iminência, antes e depois do pico, são de $6,04mm$ e $7,64mm$, respectivamente.

Sendo assim, definindo o tempo de retorno como sendo o intervalo necessário para que uma dada chuva de intensidade e duração definidas seja igualada ou superada, então, quando se compara os resultados obtidos em ambos os hietogramas, percebe-se que, para o tempo de retorno maior, de 50 anos, a precipitação máxima é maior do que a encontrada para um período de recorrência de 10 anos. Isso se dá, uma vez que, os eventos de maiores proporções, ou seja, precipitações maiores, com maior intensidade, são menos recorrentes no tempo do que eventos de menor intensidade.

Ainda neste sentido, realizou-se a simulação da condição atual da bacia, visando a análise do seu funcionamento hidráulico, dessa forma, foi calculado o hidrograma de cheias, sendo este referente à relação entre as vazões da bacia Córrego Itaituba no decorrer do tempo. Salienta-se que essa simulação foi feita através do *software* ABC-6, para o tempo de retorno de 10 anos e para 50 anos (Figura 2).

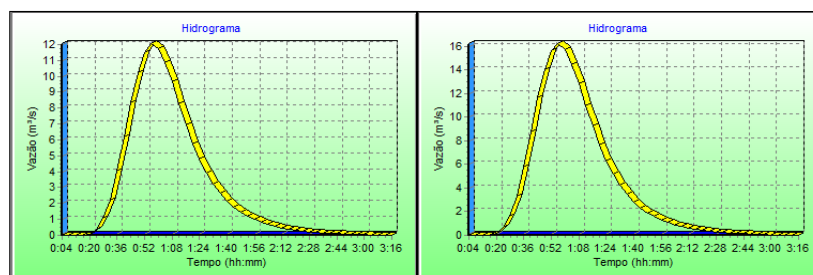


Figura 2 - Hidrograma de cheias para a situação atual para os tempos de retorno de 10 e 50 anos, respectivamente.

Fonte: Adaptado de ABC-6.

Dessa maneira, percebeu-se que, para ambas as recorrências, a vazão de pico acontece $56min$ após o começo do evento, sendo de $12,055m^3/s$ para o período de 10 anos e de $16,233m^3/s$ para o tempo de retorno de 50 anos. Neste sentido, é possível verificar que a maior vazão de pico também ocorre para o período de retorno mais longo, de 50 anos, justificando-se pelo fato dos eventos de

maiores proporções demoram mais para ocorrer ao longo do tempo, sendo mais prováveis o acontecimento de menores vazões. Além disso, identificou-se que, para ambos os tempos de recorrência, os hidrogramas levam 56min para atingir o valor referente à vazão de pico e demoram cerca de 2 horas para retornar ao estado inicial de vazões, sendo esta uma situação a ser ponderada no âmbito do sistema de drenagem local.

Condição fictícia com implementação de técnicas compensatórias

A partir da metodologia proposta, se obteve um valor aproximado de CN para a área de estudo, equivalente a 78, considerando a implementação de telhados verdes e a troca da pavimentação das calçadas e vias por paralelepípedo. Então, partiu-se para a realização da modelagem hidrológica, assim, incluiu-se no ABC-6 os dados de referência apresentados na Tabela 1 e também o novo valor de CN previsto para a situação com as medidas sustentáveis propostas. Após isso, realizou-se os mesmos processos demonstrados no item referente à situação atual da região. Logo, percebeu-se que, no que tange aos hietogramas para os tempos de retorno de 10 e 50 anos, nesta nova condição de análise, não houveram modificações, o maior valor de precipitação para o período de retorno de 10 anos, permaneceu em 8,59mm, ocorrendo por volta dos 24min de duração do evento. Ademais, para o TR de 50 anos, a máxima precipitação também se deu por 10,09mm, acontecendo também na duração 24min de evento.

Todavia, realizando-se a simulação para a condição fictícia, tendo como base a inserção das técnicas compensatórias, calculou-se os hidrogramas de cheias associados a ambos períodos de recorrências aqui estudados (Figura 3). Dessa maneira, percebeu-se que, para TR de 10 anos, a vazão de pico acontece 1 hora após o começo do evento, sendo de $6,154m^3/s$. Em contrapartida, com TR de 50 anos, tem-se a vazão de pico dada há 56 minutos após o início do evento, caracterizada por $9,130m^3/s$. Neste sentido, é possível visualizar que, a maior vazão de pico também ocorre para o tempo de retorno maior, haja vista que, eventos com maiores proporções têm menos recorrência no tempo, sendo mais prováveis o acontecimento de menores vazões.

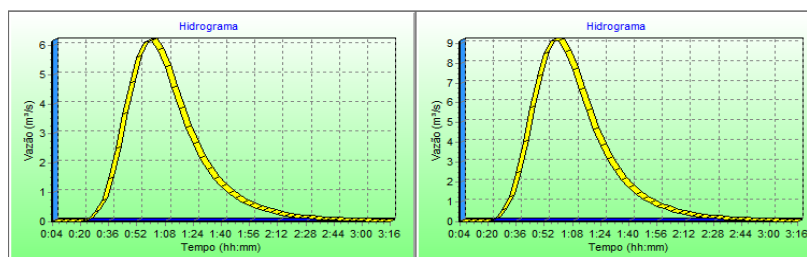


Figura 3- Hidrograma de cheias para a condição com inserção de técnicas compensatórias para os tempos de retorno de 10 e 50 anos, respectivamente.

Fonte: Adaptado de ABC-6.

Portanto, se discute que, com a possível implementação de telhados verdes e pavimentação de paralelepípedo nas calçadas e vias, haveria uma redução significativa nas vazões de pico para ambos os períodos de recorrência analisados. Sendo, para TR de 10 anos, a redução de uma vazão

máxima de $12,055\text{m}^3/\text{s}$, em condição atual, para $6,154\text{m}^3/\text{s}$, considerando a inserção das técnicas sustentáveis, e assim, demonstra-se uma diminuição de aproximadamente 51% na vazão de pico. Por outro lado, para TR de 50 anos, expressa-se uma redução de 56%, sendo referente à diminuição de $16,233\text{m}^3/\text{s}$ para $9,130\text{m}^3/\text{s}$ na maior vazão, além de apresentar, também, um aumento no tempo até a ocorrência desta vazão de pico, sendo alterado de 56 minutos para 1 hora após o início do evento hidrológico.

CONCLUSÃO

Considerando os resultados obtidos, conclui-se que a utilização de técnicas compensatórias auxilia diretamente na redução do valor do *Curve Number* para a região da bacia Córrego Itaituba, aumentando significativamente a infiltração de águas pluviais no solo, o que favorece, principalmente, o reabastecimento das águas subterrâneas nos lençóis freáticos. Além disso, essas medidas influenciam diretamente na atenuação das vazões de pico, bem como, o seu tempo, referente aos eventos hidrológicos, e assim, desafogar os sistemas de drenagem urbana local, mitigando os acontecimentos de desastres naturais por meio de inundações e enchentes. Também, ressalta-se a importância da adoção dessas técnicas no contexto sustentável da edificação, além de apresentar mais conforto térmico e visual ao local de intervenção.

REFERÊNCIAS

- ABC-6. LabSid software. Versão: 1.35 de 10/05/2019.
- ATTANASIO, C. M. (2004). “*Planos de manejo integrado de microbacias hidrográficas com uso agrícola: uma abordagem hidrológica na busca da sustentabilidade*”. Tese (Doutorado em Recursos Florestais) - Escola Superior de Agricultura Luis de Queiroz, Universidade de São Paulo. Piracicaba -SP, 206 p.
- BRASIL. (1996). “*Lei de Parcelamento Ocupação e Uso do Solo (1996). Lei nº 7.166, de 27 de agosto de 1996*”. Belo Horizonte, MG.
- CARVALHO, D. F.; SILVA, L. D. B. (2006). “*Hidrologia – Cap. 3: Bacia Hidrográfica*”. Disponível em: <http://www.ufrj.br/institutos/it/deng/leonardo/downloads/APOSTILA/HIDRO-Cap3- BH.pdf>. Acesso em: 27 de dezembro de 2021.
- COUTINHO, N. C. (2019). “*PREVENÇÃO CONTRA DESASTRES HIDROLÓGICOS: UMA QUESTÃO DE PLANEJAMENTO URBANO, POLÍTICAS PÚBLICAS E CIDADANIA*”. Revista Paradigma, v. 28, n. 1, pp. 252-271.
- FOCHESATTO, A. C. de A. (2017). “*MICRODRENAGEM URBANA: Análise e solução para o problema na Avenida Sete de Setembro, na cidade de Três Corações-MG*”.
- LABSID - LABORATÓRIO DE SISTEMAS DE SUPORTE A DECISÕES. “ABC”. Disponível em: <http://www.labsid.eng.br/software.aspx?id=8>. Acesso em: 28 de dezembro de 2021.
- NIQUINI, L. L.; NUNES, A. A.; PONTES, B.S.; LOPES, C. P. L.; SOUZA, J. C.; DRUMMOND, J. M.; GONÇALVES, R. R. (2019). “*Modelagem Hidrológica com uso de infraestruturas verdes: estudo de caso para a Bacia do Córrego Ressaca, situada no município de Belo Horizonte*”. Sustentare, v. 3, n. 1, pp. 42-63.
- NIQUINI, Laura Lizardo; et al. (2019). “*Modelagem hidrológica com o uso de infraestruturas verdes: estudo de caso para a bacia do Córrego Ressaca, situada no município de Belo Horizonte*”. Periódico da Universidade Vale do Rio Verde. ISSN: 2526-690X. Volume 3, Nº1. Três Corações - Minas Gerais.
- NUNES, A. de A. (2018). “*Tendências em eventos extremos de precipitação na região metropolitana de Belo Horizonte: detecção, impactos e adaptabilidade*”. Tese (Pós-Graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte – MG.

- OLIVEIRA, A. D. de S. (2020). “*Análise da relação entre urbanização e escoamento superficial direto através do Método Soil Conservation Service*”. Trabalho de Conclusão de Curso. Disponível em: <https://repositorio.ifpb.edu.br/bitstream/177683/1405/1/TCC%20-%20Airton%20Danilo%20de%20Sousa%20Oliveira.pdf>. Acesso em: 29 dez. 2021.
- PADOVANI, C. R.; CRUZ, M. L. L.; PADOVANI, S. L. A. G. (2004). “*Desmatamento do Pantanal brasileiro para o ano 2000*”. Simpósio Sobre Recursos Naturais e Socioeconômicos do Pantanal: Sustentabilidade regional. Embrapa, Corumbá - MS.
- PINTO, L. L. C. A. (2011). “*O desempenho de pavimentos permeáveis como medida mitigadora da impermeabilização do solo urbano*”. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.
- PREFEITURA MUNICIPAL DE BELO HORIZONTE. (2004). “*Instrução Técnica para Elaboração de Estudos e Projetos de Drenagem Urbana do Município de Belo Horizonte*”. Belo Horizonte: SUDECAP.
- PREFEITURA MUNICIPAL DE BELO HORIZONTE. (2004). “*Instrução técnica para elaboração de estudos e projetos de drenagem urbana do Município de Belo Horizonte*”. Belo Horizonte: SUDECAP.
- PREFEITURA MUNICIPAL DE BELO HORIZONTE. (2009). “*Carta de Inundações de Belo Horizonte*”. Disponível em: <<https://prefeitura.pbh.gov.br/obras-e-infraestrutura/informacoes/diretoria-de-gestao-de-aguas-urbanas/cartas-de-inundacoes>>. Acesso em: 30 dez. 2021.
- 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.
- PREFEITURA MUNICIPAL DE BELO HORIZONTE. (2021). “*BHMap*”. Disponível em: <<http://bhmap.pbh.gov.br/v2/mapa/idebhgeo>>. Acesso em: 30 dez. 2021.
- RAMOS, M.H.D. (1998). “*Drenagem Urbana: Aspectos Urbanísticos, Legais e Metodológicos em Belo Horizonte*”. Universidade Federal de Minas Gerais/Escola de Engenharia. (Dissertação de Mestrado). Belo Horizonte - MG, 91p., jun. 1998.
- RENNÓ, C.D.; SOARES, J.V. (2003). “*Capítulo 2: Conceitos Básicos de Modelagem Hidrológica*”.
- REZENDE, A.J.; GODOY, C.B. (2019). “*Estudo de caso do uso de pavimentos permeáveis em calçadas na cidade de Goiânia-GO*”.
- REZENDE, G. B. de M.; ARAÚJO, S. M. S. (2016). “*As Cidades e as Águas: ocupações urbanas nas margens de rios*”. Revista de Geografia, Recife – PE, v. 33, n. 2.
- REZENDE, V.; RIBEIRO, V.O.; MENDES, Y.S. (2018). “*Determinação dos valores de número de deflúvio (CN) para o perímetro urbano de Dourados-MS*”.
- 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*”. Dissertação de Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos, Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte - MG, 218p.
- SAMPAIO, F. M. T.; MENEZES, S. M.; FURTINI, M. B.; RIBEIRO, K. D. (2006). “*Correlações entre a permeabilidade e os atributos físicos do solo da sub-bacia do córrego centenário da cidade de Lavras-MG*”. Ciência e Agrotecnologia, v. 30, pp. 798-803.
- SOARES, M. R. G. J.; FIORI, C.O.; SILVEIRA, C.T.; KAVISKI, E. (2017). “*Eficiência do método Curve Number de retenção de águas pluviais*”. Mercator, Fortaleza - CE, v. 16.
- TOMAZ, P. (2005). “*Capítulo 5 - Telhado verde*”. Disponível em: <https://www.agraverdes.com.br/biblioteca/wp-content/uploads/2019/06/TELHADOS-VERDES.pdf>. Acesso em: 29 dez. 2021.
- TUCCI, C. E. (2004). “*Gerenciamento integrado das inundações urbanas no Brasil*”. Rega/Global Water Partnership South America, v. 1, n. 1, pp. 59-73.
- TUCCI, Carlos E. M.; BERTONI, J. C. (2003). “*Inundações urbanas na América do Sul*”. Ed. dos Autores. Porto Alegre, Associação Brasileira de Recursos Hídricos.
- SOUSA, R. E. S.; GONÇALVES, G. F. G. (2018). “*Um estudo sobre os impactos decorrentes de inundações no município de Belo Horizonte*”. Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental, v. 7, n. 3, p. 591-605.