

IX-114 - MODELAGEM HIDROLÓGICA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO ENGENHO NOGUEIRA SOB A ÓTICA DO PLANO DIRETOR DE BELO HORIZONTE – MG

Tiago Vieira da Silva⁽¹⁾

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

Gabriela Luísa Simplício Pereira⁽²⁾

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

Paloma Alves Gomes⁽³⁾

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

Karinna Furstt Ferreira⁽⁴⁾

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

Aline de Araújo Nunes⁽⁵⁾

Doutora em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos pela Universidade Federal de Minas Gerais SMARH- UFMG. Professora Adjunta do Departamento de Engenharia Urbana da Escola Minas da Universidade Federal de Ouro Preto (DEURB - EM/UFOP).

Endereço⁽¹⁾: Campus Morro do Cruzeiro - Bauxita - Ouro Preto - MG - CEP: 35400-000 - Brasil - Tel: (31) 3559-1471 - e-mail: tiago.vs@aluno.ufop.edu.br

RESUMO

A urbanização acelerada e desordenadas tem promovido consequências ambientais e resultado no aumento da impermeabilização do solo das cidades e aumento do escoamento superficial, favorecendo a ocorrência de cheias urbanas. A este processo cabe destacar os instrumentos de políticas urbanas assumem papel fundamental para subsidiar a busca pela mitigação dessas ocorrências. Belo Horizonte é um município que se enquadra a este cenário, onde enfrenta frequentes eventos de inundações todos os anos e recentemente passou pela revisão de seu Plano Diretor pela Lei nº 11.181/2019. Nesse sentido, objetivou-se por meio deste estudo realizar uma modelagem hidráulico-hidrológica na Bacia do Córrego Engenho Nogueira em Belo Horizonte, Minas Gerais tendo em vista o cenário atual da bacia como prevê o Plano Diretor de 1996 e um cenário hipotético previsto na atual legislação municipal (Plano diretor de 2019) que impactam diretamente nas infraestruturas hídricas da região. O processo metodológico foi conformado pela caracterização física das sub-bacias hidrográficas do Córrego Engenho Nogueira, seguida pela modelagem no software HEC-HMS, onde considerou-se o método de chuva-vazão Soil Conservation Service (SCS), tempo de concentração por Kirpich I, e definição dos Curve Number (CN) correlato ao zoneamento de cada plano diretor. Os resultados obtidos enfatizam um aumento das vazões máximas para o Plano Diretor de 2019.

PALAVRAS-CHAVE: Modelagem hidráulico-hidrológica; HEC-HMS; Bacia do Córrego Engenho Nogueira; Uso do solo; vazão máxima.

INTRODUÇÃO

O crescimento desordenado das cidades associado a falta de planejamento, destacando-se a falta de infraestruturas de drenagem urbana e manejo de águas pluviais, são causas de significativos impactos hidrológicos, especialmente pelo aumento das áreas impermeáveis e inundações, observando-se um aumento do escoamento superficial e consequente das vazões máximas, além da poluição que chega aos corpos receptores e problemas sanitários (MOURA *et al.*, 2011).

O município de Belo Horizonte sofre recorrentemente com desastres e eventos de inundações ocasionados pelas chuvas intensas e impulsionados pelo relevo acidentado e ondulado ao qual se situa, além do alto grau de impermeabilização do solo ocasionado pela urbanização da metrópole (DRUMOND *et al.*, 2023).



Nesse contexto, a bacia hidrográfica é uma região delimitada geograficamente, sobre o território, como um recorte da superfície, sendo composta pela rede de drenagem formada por cursos d'água, sendo o rio principal e seus afluentes, nos quais todas as águas ali precipitadas confluem até resultar um leito único no exultório (PIMENTEL, 2015). Assim, considera-se que o comportamento de uma bacia hidrográfica ao longo do tempo ocorre por dois fatores, sendo eles, de ordem natural, responsáveis pela pré-disposição do meio à degradação ambiental, e antrópicos, onde as atividades humanas interferem de forma direta ou indireta no funcionamento da bacia (VILAÇA *et al.*, 2009). Desse modo, tendo em vista a subdivisão de uma bacia hidrográfica de maior ordem em seus componentes, sub-bacias hidrográficas, as transformações de condições difusas de problemas ambientais para condições pontuais facilitam sua identificação, seu controle e o estabelecimento de prioridades para atenuação ou mitigação dos impactos ambientais (VILAÇA *et al.*, 2009).

Os instrumentos de política urbana no Brasil, embora recentes, são mecanismos fundamentais que direcionam o desenvolvimento das cidades, onde podem influenciar diretamente a busca pela mitigação da ocorrência de eventos de cheias urbanas por meio de diretrizes associadas ao zoneamento urbano e parametrizações quanto a taxa de impermeabilidade do solo, a abordagem e planejamento quanto ao setor de drenagem urbana e incentivos a população quanto ao desenvolvimento de infraestruturas sustentáveis (BRUSKI, 2020; DRUMOND *et al.*, 2023). O município de Belo Horizonte aportou recentemente a revisão de seu Plano Diretor instituído pela Lei n. 7.165/1996 pela Lei n. 11.181/2019, onde seu zoneamento e demais diretrizes quanto à drenagem urbana foram modificados. Nesse sentido, estuda-se a Bacia do Córrego Engenho Nogueira, situada na região metropolitana de Belo Horizonte (Minas Gerais), estando majoritariamente dentro dos limites da Cidade Universitária da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), e próxima da lagoa da Pampulha (BARROS *et al.*, 2002).

OBJETIVO

O presente estudo tem como objetivo realizar uma modelagem hidrológica para a Bacia do Córrego Engenho Nogueira em Belo Horizonte, Minas Gerais. Nesse enfoque, será utilizado o software HEC-HMS para realizar a simulação sob a condição atual da bacia hidrográfica e em relação a Lei n° 11.181, de 2019, que aprova o Plano Diretor do Município de Belo Horizonte. O estudo buscará avaliar condições atuais e futuras desta área em relação à aspectos hidrológicos, que impactam diretamente nas infraestruturas hídricas da região.

MATERIAIS E MÉTODOS

O procedimento metodológico do presente estudo é composto por quatro etapas, iniciando-se com o reconhecimento da área de estudo, seguido então pela determinação dos parâmetros de área, dos cursos d'água e a caracterização hidrológica de todas as sub-bacias pertencentes à mesma. Depois disso, são definidos os parâmetros de projeto, permitindo o processo de simulação e, finalmente, a análise dos resultados obtidos. Para a realização dos itens acima descritos foram utilizados o software de modelagem hidrológica HEC-HMS e o software de visualização, edição e análise de dados QGIS. Os itens acima descritos são apresentados na sequência.

CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo é demarcada pelo Córrego Engenho Nogueira, o qual é formado pela união dos afluentes Antônio Henrique Alves, Prentice Coelho e Cascatinha, e deságua no ribeirão Pampulha, integrando dessa forma a bacia do Ribeirão Onça e, conseqüentemente, a bacia do Rio das Velhas. A Bacia do Córrego Engenho Nogueira é dada pelo afluente da margem direita do Ribeirão Pampulha e localizada no norte da urbe de Belo Horizonte, possuindo 10,04 km² de área total e cerca de 44 mil pessoas, além de empresas e extensas áreas comerciais (REIS *et al.*, 2017; PROJETO MANUELZÃO, 2018).

Desta forma, é uma bacia hidrográfica de consideráveis dimensões percorrendo cerca de 21 bairros, além de uma das unidades do Exército e parte da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) na região central de uma metrópole. Além das moradias irregulares próximas a cursos d'água, o local contém focos de erosão, ausência de mata ciliar e localidades afetadas por inundações (MINE *et al.*, 2019). A Figura 1 apresenta o mapa de localização da área em estudo.

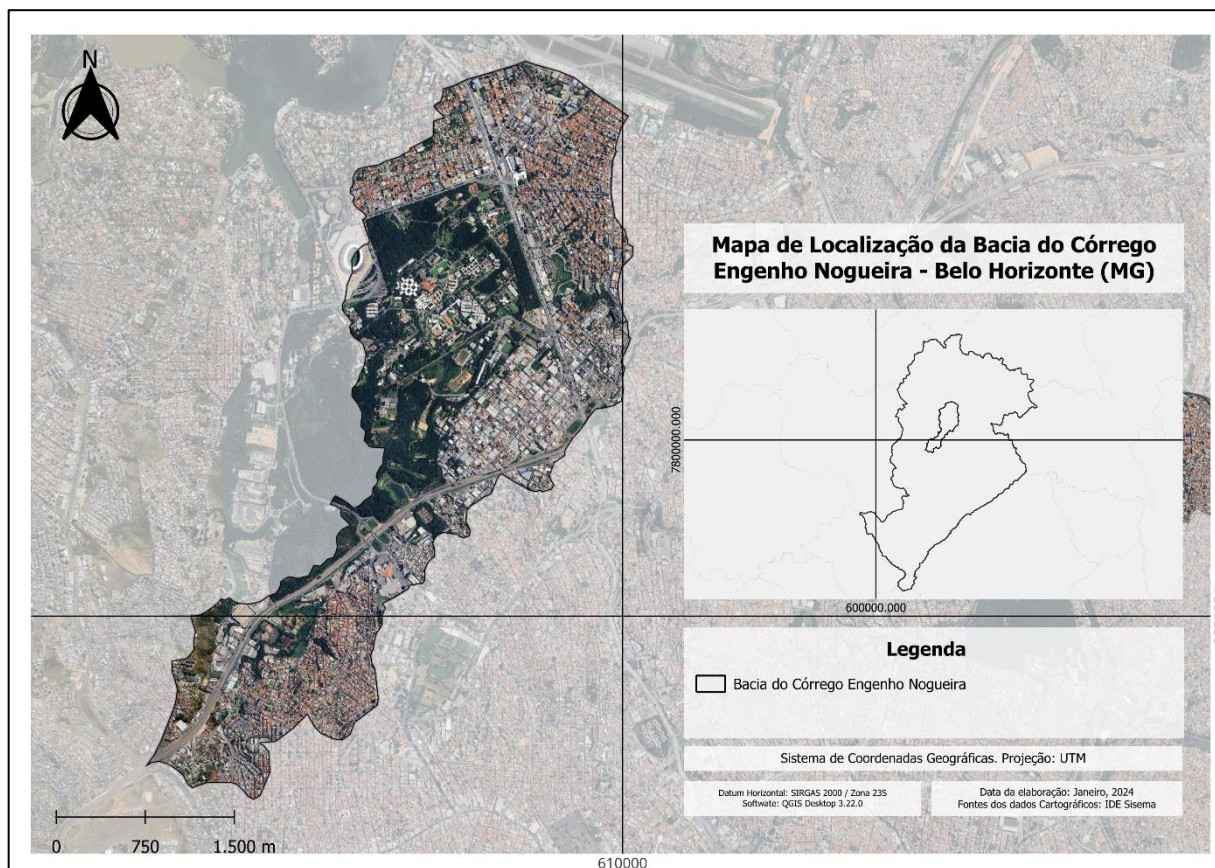


Figura 1 – Mapa de Localização da bacia do Córrego Engenho Nogueira, Belo Horizonte MG

Segundo Cardoso (2005), a forma da bacia assim como a forma do sistema de drenagem pode ser influenciada por características geológicas, podendo atuar também sobre alguns processos hidrológicos e comportamentos hidrológicos da bacia. É conhecido que quanto menor o fator de forma de uma bacia, menor a chance de enchentes quando se comparado com outra bacia de mesmo tamanho, porém com fator de forma superior.

A Bacia do Córrego Nogueira possui um curso d'água principal de cerca de 7.747 metros de comprimento, tributários de cerca de 4.793 metros e área total de 10,04 km². Assim, obtêm-se um Fator de Forma de 0,167, o que sugere uma probabilidade muito baixa de enchentes vastas. O Coeficiente de Compacidade da bacia é de 1,77, sugerindo ser uma bacia de forma alongada, o que reflete em um menor tempo concentração e, conseqüentemente, menor probabilidade de ocorrência de inundações.

Conhecer os parâmetros de uma bacia hidrográfica é importante para saber a susceptibilidade da mesma a enchentes e inundações, porém, fatores relacionados ao tipo de solo e uso e ocupação do solo são relevantes nesse quesito uma vez que se relacionam com a permeabilidade e a capacidade de infiltração que a bacia apresenta.

Na região nota-se uma pequena variedade de solos, segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS) da Embrapa (2018), de Latossolo Vermelho Amarelos na porção norte e Argissolos Vermelho Amarelos na porção sul. Os latossolos são marcados por estarem em estágios avançados de intemperização devido à falta de minerais primários e secundários, o que resulta também em uma grande permeabilidade. Já os argissolos possuem horizonte B textural de argila de baixa atividade e textura arenosa ou argilosa no horizonte A, variando então de forte a imperfeitamente drenados (EMBRAPA SOLOS, 2017).

Para a modelagem hidrológica, as simulações foram realizadas no HEC-HMS onde as definições utilizadas denotaram-se por: (I) Modelo Chuva-vazão: *Soil Conservation Service* (SCS) do Hidrograma Unitário; (II) Modelo de Perdas do SCS *Curve Number* (CN), sendo elencados os CN e Índice de Impermeabilidade do Solo (IMP) de



cada sub-bacia em cada cenário; (III) Tempo de retorno de 10 e 50 anos; (IV) Intervalo de discretização de 15 minutos, com duração de 60 minutos; (V) Chuva de Projeto: Determinada pela discretização da chuva diária para o município de Belo Horizonte, fornecida pela prefeitura do município; e (VI) o método de Kirpich I para a obtenção do tempo de concentração, em minutos, conforme a Equação 1.

$$t_c = 0,0196 * (L^3 / h)^{0,385} \quad \text{equação (1)}$$

Sendo: L_i o comprimento do talvegue (m) e h a diferença de cotas (m). Também se definiu o tempo de pico, t_p , dado por 60% de t_c .

A este modelo são cadastrados os dados sobre a área (km^2), comprimento (km), declividade (%) do rio principal e CN das sub-bacias. Utilizou-se do BH Maps (2023) para a obtenção dos dados em meio do software QGIS. Além, disso, a declividade foi definida pelo método de declividade equivalente constante (S_3), dado em m/m, apresentado na Equação 2.

$$S_3 = \sum L_i / \sum (L_i / \sqrt{D_i}) \quad \text{equação (2)}$$

Sendo: L_i o comprimento de cada trecho (m) e D_i a declividade de cada trecho (m/m).

A obtenção do CN médio para os dois cenários considerou os zoneamentos regidos nos dois cenários, conforme a Figura 2.

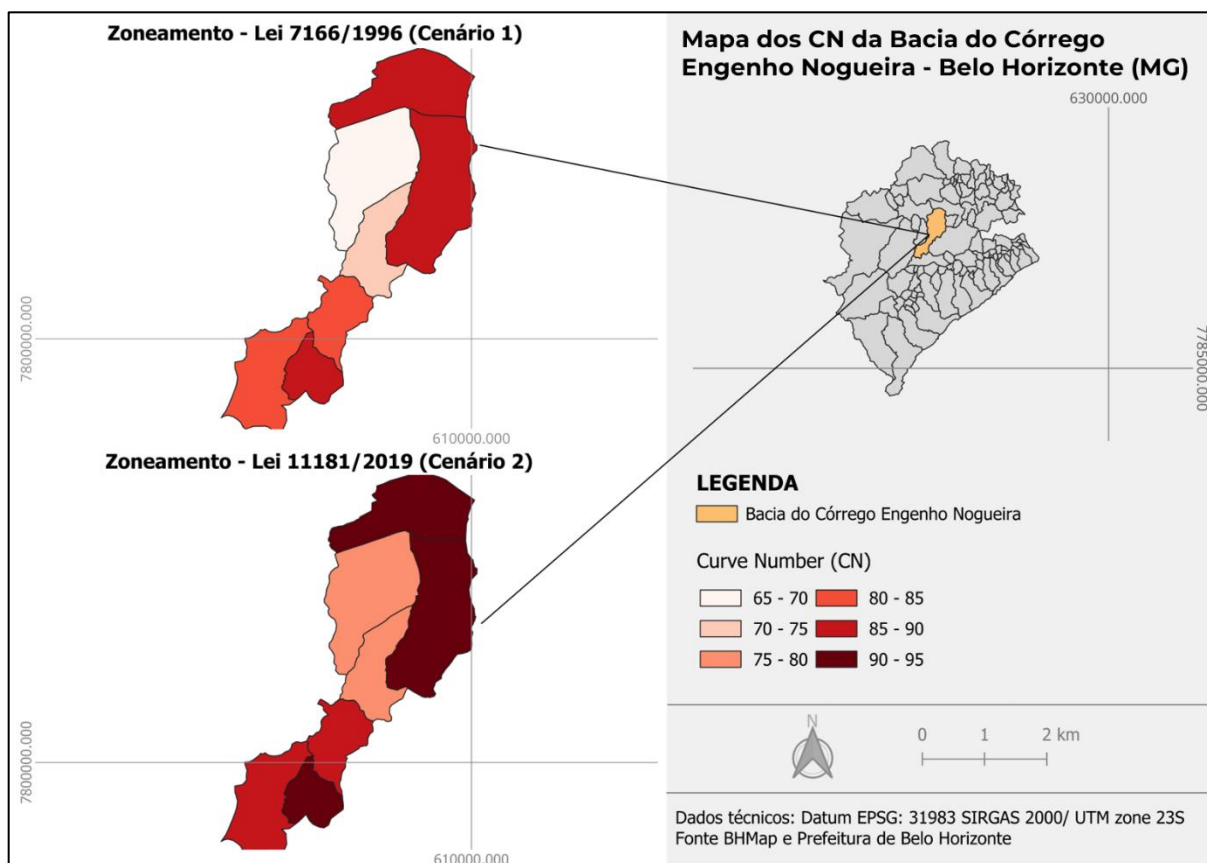


Figura 2 – Mapa dos CN da bacia do Córrego Engenho Nogueira

Os CN médios de cada sub-bacia correlatos aos zoneamentos de cada cenário seguiram a Equação 3.

$$CN = (CN_{z1} * A_{z1} + CN_{z2} * A_{z2}) / A_{total} \quad \text{equação (3)}$$

Sendo: CN_{z1} o CN do zoneamento 1; A_{z1} a área do zoneamento 1; CN_{zi} o CN do i-ésimo zoneamento; e A_{zi} a área do i-ésimo zoneamento.

Associado ao parâmetro do CN, há o índice de impermeabilidade do solo (IMP), que também é utilizado nas simulações. Para este estudo considerou-se o somatório do percentual de vias e edificações de cada sub-bacia como o valor do IMP. A Figura 3 apresenta o mapa destas infraestruturas presentes na área de estudo.

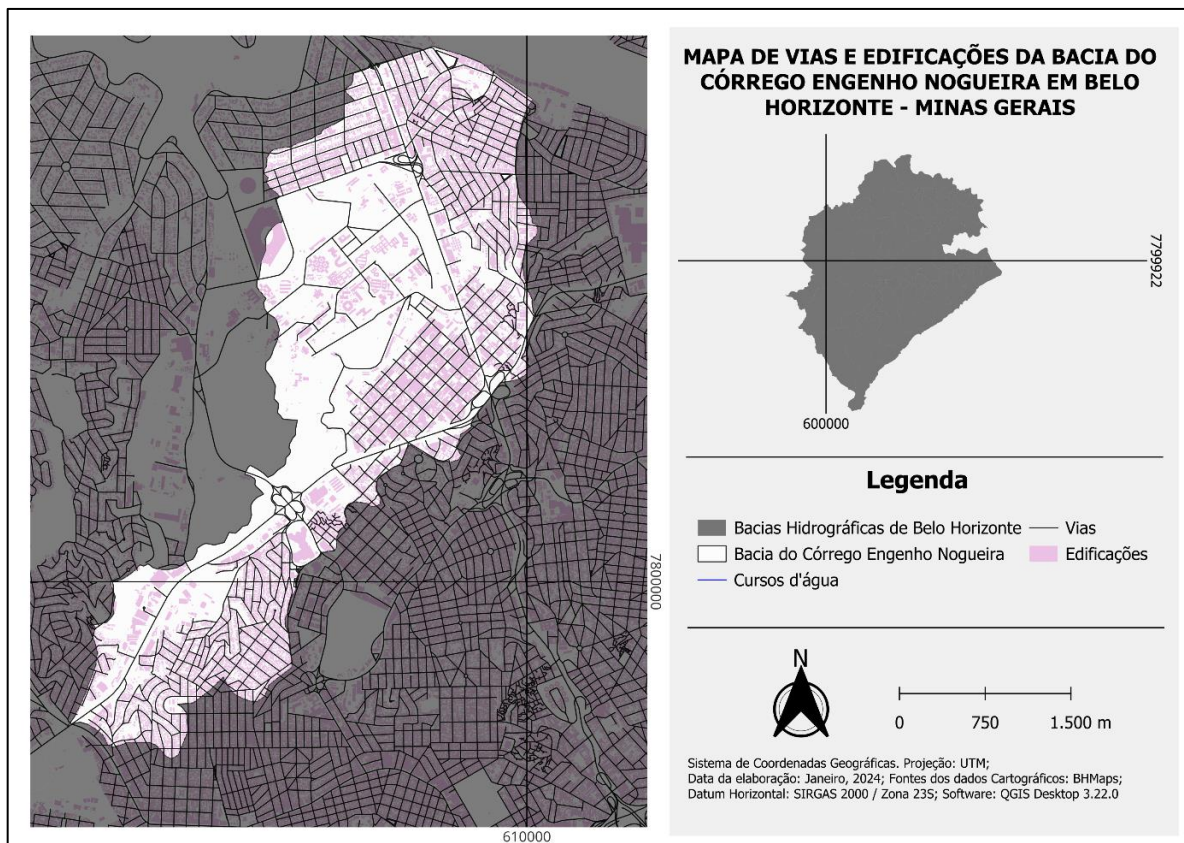


Figura 3 – Mapa de vias e edificações na bacia do Córrego Engenho Nogueira

RESULTADOS OBTIDOS

A Tabela 1 sintetiza os parâmetros obtidos para cada sub-bacia do Córrego Engenho Nogueira.

Tabela 1 – Parâmetros do modelo topológico da Bacia

Microbacia	Área (km ²)	Curso d'água principal		IMP (%)	CN	
		Comprimento (m)	Declividade (m/m)		Cenário 1	Cenário 2
1	1,37	2030,10	0,016	49	81,81	85,89
2	0,663	946,14	0,019	61	86,13	90,65
3	0,877	1167,84	0,011	58	83,64	86,15
4	1,023	1607,24	0,009	25	71,22	78,82
5	2,069	1757,49	0,007	23	68,44	78,64
6	2,346	2392,50	0,008	63	86,82	90,61
7	1,692	1169,43	0,007	66	88,17	90,44
TOTAL	10,04	11070,75	-	-	-	-

Os dados de tempo de concentração e tempo de pico são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 – Tempos de concentração e de pico das sub-bacias

Microbacia	Tempo de pico (h)	
	Tempo de concentração (h)	
1	2,36	1,42
2	1,23	0,74
3	1,78	1,07
4	2,46	1,48
5	2,92	1,75
6	3,50	2,10
7	2,12	1,27

Na Tabela 3 constam-se as chuvas de projeto para tempo de retorno de 10 e 50 anos.

Tabela 3 – Chuvas de projeto para tempo de retorno de 10 anos e 50 anos

60 minutos	10 anos		50 anos	
	PPT	PPT (mm)	PPT	PPT (mm)
	Acum. (mm)		Acum. (mm)	
15	13,77	13,77	17,29	17,29
30	39,66	25,89	49,80	32,51
45	52,88	13,22	66,40	16,60
60	55,08	2,20	69,17	2,77

Sintetiza-se nas Figuras 2 e 3 os hidrogramas e vazões de pico obtidos na modelagem para os tempos de retorno e cenários supracitados.

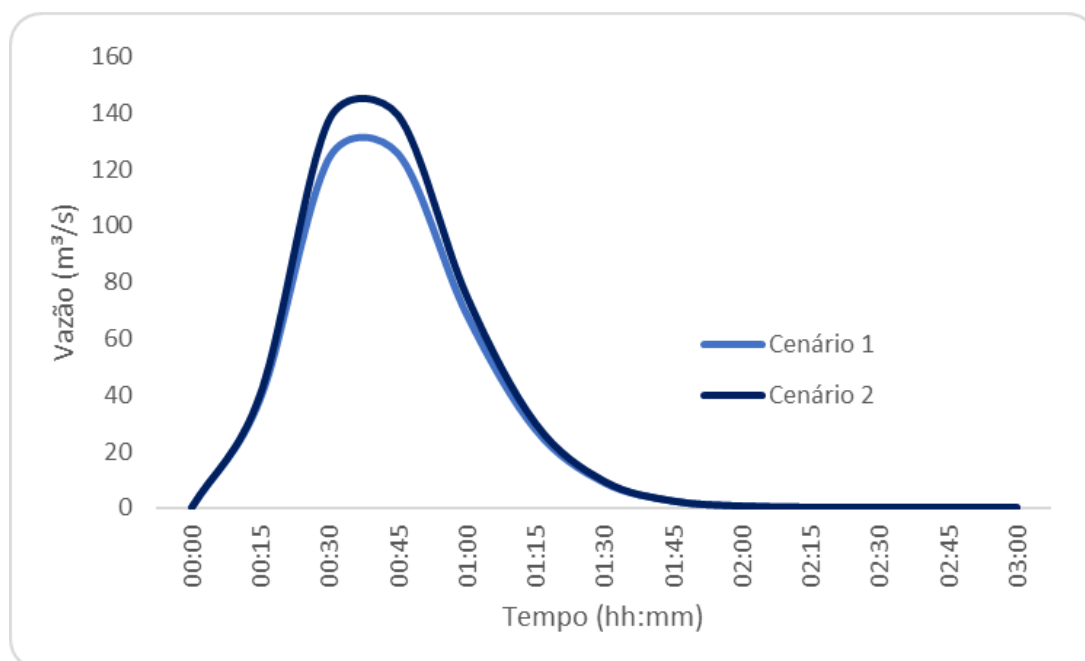


Figura 2 – Hidrogramas e vazões de pico TR 10 anos

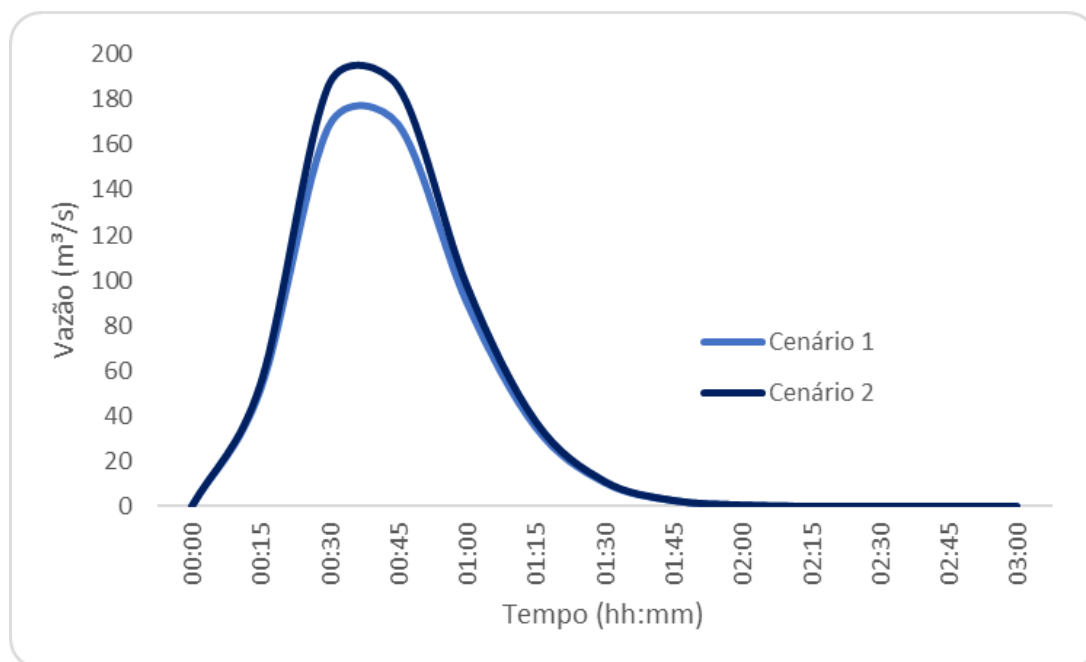


Figura 3 – Hidrogramas e vazões de pico TR 50 anos

ANÁLISES E DISCUSSÕES DOS RESULTADOS

Os resultados demonstram um aumento nas vazões de pico do cenário 1 ao 2. Assim, vale observar que o Plano Diretor de 1996 (atual) não oferece informações específicas sobre a taxa de permeabilidade na área central de Belo Horizonte. A falta de parâmetros urbanísticos detalhados pode contribuir para desafios relacionados ao aumento da impermeabilização e à gestão inadequada da água pluvial nesta região.

Porém, o plano aborda diretrizes para a drenagem urbana, onde constam propostas como a implementação de alternativas de canalização que protejam fundos de vale e o seu respectivo tratamento com mínima intervenção no meio ambiente, a elaboração de diagnósticos abrangentes e a criação de um sistema de monitoramento eficaz. A gestão das bacias dos ribeirões Arrudas e Onça são destacadas, porém, não constam informações específicas sobre a bacia do Engenho Nogueira. A ausência de dados específicos pode impactar a eficiência das estratégias adotadas na região.

No documento, é abordado diretamente a permeabilização do solo em áreas urbanas, incluindo a área central e a região da Pampulha (onde situa parte da bacia em estudo). A diretriz destaca a importância de promover a permeabilidade dos canteiros centrais e passeios de vias públicas, incentivando a preservação de áreas ajardinadas e a implementação de pisos permeáveis, o que permite a redução do escoamento superficial, contribuindo diretamente para a prevenção de inundações.

Já o Plano Diretor de Belo Horizonte de 2019 (futuro), embora não forneça informações específicas sobre a Zona Central, estabelece diretrizes mais abrangentes para o zoneamento da cidade, delineando critérios específicos de ocupação e destacando a importância estratégica das áreas analisadas. O documento visa promover um desenvolvimento urbano sustentável, considerando diversas variáveis, como permeabilidade do solo, características físicas do terreno e aspectos ambientais. Ainda se presenciam categorizações das zonas de ocupação preferencial e as zonas especiais de interesse social, demonstrando uma abordagem diferenciada para diferentes áreas da cidade. O setor ADE Residencial Central é mencionado, com parâmetros específicos para garantir a preservação de núcleos com menor dinâmica e atratividade, promovendo uma abordagem equilibrada de desenvolvimento urbano.



O documento ainda categoriza as zonas de ocupação preferencial e destaca as zonas especiais de interesse social, demonstrando uma abordagem diferenciada para diferentes áreas da cidade. O setor ADE Residencial Central é mencionado, com parâmetros específicos para garantir a preservação de núcleos com menor dinâmica e atratividade, promovendo uma abordagem equilibrada de desenvolvimento urbano.

Uma importante diretriz estabelecida é a necessidade de respeitar os índices mínimos de permeabilidade do solo nos projetos de parcelamento, variando conforme as características de cada zona. Essa medida visa garantir práticas de ocupação que respeitem o meio ambiente e contribuam para a eficiência do sistema de drenagem urbana. Destaca-se a Região Noroeste como crucial para o desenvolvimento econômico e social da cidade. Parâmetros urbanísticos específicos são estabelecidos considerando as características do terreno, a acessibilidade local e a capacidade de suportar altas densidades, visando otimizar o potencial da região, garantindo ao mesmo tempo uma ocupação sustentável.

Para garantir a sustentabilidade, o plano prevê a adoção de instrumentos de gestão ambiental e territorial. Isso inclui a criação de unidades de conservação e a implementação de projetos de recuperação ambiental. É reconhecida a diversidade da cidade e estabelece-se taxas mínimas de permeabilidade específicas para diferentes regiões. Na Regional Pampulha, a taxa mínima é de 15%, na Área Central de BH é de 20%, e na Área Noroeste é de 25%.

Assim, o Plano Diretor de Belo Horizonte de 2019 estabelece critérios de ocupação, promove a permeabilidade do solo e adota medidas de gestão ambiental, a lei busca equilibrar o crescimento urbano com a preservação ambiental, visando um futuro mais resiliente e sustentável para Belo Horizonte. Ao considerarmos a evolução dos Planos Diretores de Belo Horizonte ao longo do tempo, destacamos a significativa mudança de enfoque em relação às diretrizes de drenagem urbana, especialmente entre os anos de 1996 e 2019. O Plano Diretor de 2019, em comparação ao seu antecessor, evidencia um compromisso mais aprofundado e específico com a gestão sustentável da água na cidade.

Embora o Plano Diretor de 2019 represente um avanço positivo em relação à drenagem urbana em comparação com o de 1996, ainda houve aumento da vazão de pico no município, por isso, é necessário que a análise do aumento de pico na vazão de água não seja simplificada. Trata-se de um fenômeno complexo influenciado por diversos fatores interligados. Elementos como fatores climáticos, a falta de fiscalização, o acelerado crescimento urbano e a progressiva impermeabilização de áreas urbanas atuam sinergicamente nesse cenário desafiador.

A localização central da área em questão intensifica esses desafios, pois as atividades urbanas nesses locais tendem a contribuir significativamente para a impermeabilização do solo. A escassez de áreas verdes na região central amplifica esses problemas, e a atual abordagem pode não estar considerando de maneira efetiva a importância desses espaços na mitigação dos impactos hídricos

Destaca-se positivamente a presença da bacia de retenção do Córrego São Francisco/Assis das Chagas na área central, que está localizada na porção nordeste da bacia hidrográfica do Córrego do Engenho Nogueira. Essa bacia de retenção foi construída para armazenar o volume de água pluvial excedente temporariamente e, posteriormente, liberá-la lentamente para reduzir a vazão da descarga e atenuar os efeitos de inundações a jusante. A bacia de retenção está localizada em uma Zona de Preservação Ambiental (PA-1) e é quase que totalmente inserida nos limites da unidade de conservação Parque Ecológico Municipal do Brejinho; uma iniciativa que, embora positiva, precisa ser avaliada em relação à sua capacidade de lidar com o aumento constante das demandas, especialmente diante do crescimento urbano e da crescente impermeabilização.

Logo, o aumento de habitações, áreas comerciais e outras atividades no local podem contribuir diretamente para o aumento da impermeabilização, agravando o desafio do controle da vazão. O Plano Diretor de 2019 precisa ser analisado criticamente para garantir que essas expansões sejam gerenciadas de maneira sustentável. A canalização de rios, muitas vezes adotada como medida para lidar com inundações, pode, paradoxalmente, contribuir para o aumento da vazão. Além disso, o crescimento populacional constante na região central impõe pressões significativas sobre os recursos hídricos e a infraestrutura de drenagem.



CONCLUSÕES / RECOMENDAÇÕES

Realizando o diagnóstico de caracterização da Bacia do Córrego Engenho Nogueira localizado na cidade de Belo Horizonte pôde-se concluir que os aspectos hidrológicos da bacia são influenciados pelo relevo da região, que interfere na orientação dos rios, que por sua vez está diretamente ligado a geologia e os tipos de solo. Por meio da execução da modelagem hidrológica para a bacia hidrográfica do córrego do Engenho Nogueira, considerando as implicações do Plano Diretor de Belo Horizonte em 1996 (atual) e 2019 (futuro), foi possível verificar as alterações que as diretrizes do Plano de 2019 geram nas vazões de pico.

Após a realização da análise espacial da bacia, subdividida em suas 7 sub-bacias hidrográficas, foi possível estimar os valores de CN médio para cada sub-bacia, considerando o cenário atual de uso e ocupação do solo e o cenário da Lei nº 11.181, de 2019, que aprova o Plano Diretor do Município de Belo Horizonte. Os valores de CN de cada sub-bacia tiveram um aumento médio de cerca de 6% do cenário da Lei nº 11.181/19 em relação ao cenário atual.

Esse aumento da impermeabilização é refletido nas vazões de pico, que por meio das simulações aqui realizadas no software HEC-HMS, resultaram em gráficos com altas vazões de pico para os cenários realizados, como no caso de t_c de 60 minutos e TR de 10 anos, no qual a vazão de pico elevou de 125,5 m³/s (condição atual) para 139,2 m³/s (condição futura). Com isso, embora o Plano Diretor de 2019 represente um avanço positivo no que se refere a questões de drenagem urbana da cidade de Belo Horizonte, com novas diretrizes e indicações, ainda houve aumento da vazão de pico no município, ocasionado pelo elevado grau de urbanização referente ao território.

Em síntese, trata-se de um fenômeno complexo influenciado por diversos fatores interligados. Elementos como fatores climáticos, a falta de fiscalização, o acelerado crescimento urbano e a progressiva impermeabilização de áreas urbanas atuam sinergicamente nesse cenário desafiador. O desafio ultrapassa as diretrizes legais, exigindo uma análise completa que leve em consideração a dinâmica climática, o planejamento urbano, a gestão eficaz das áreas verdes e uma compreensão profunda da importância da sustentabilidade hídrica, sobretudo em uma centralidade de uma capital do estado de Minas Gerais. É fundamental o fomento a estudos acerca do comportamento hidrológico da localidade frente aos inerentes processos urbanísticos. Abordagens, como as técnicas compensatórias, que optam pela utilização de outras metodologias que possam minimizar as vazões de pico e a possível ocorrência de inundações e enchentes, além das que são apresentadas no Plano Diretor, devem ser exploradas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BARROSO LUCAS, Taíza Pinho *et al.* IMPACTOS HIDROMETEÓRICOS EM BELO HORIZONTE-MG. Revista Brasileira de Climatologia, [S.l.], v. 16, jun. 2015. ISSN 2237-8642. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/revistaabclima/article/view/37051/25982>. Acesso em: 06 jan. 2024.
2. BELO HORIZONTE (2019). Lei n. 11.181, de 08 de agosto de 2019. Aprova o Plano Diretor do município de Belo Horizonte e dá outras providências. Disponível em: <https://www.cmbh.mg.gov.br/atividade-legislativa/pesquisar-legislacao/lei/11181/2019> Acesso em: 16 dez. 2023.
3. BELO HORIZONTE, Prefeitura Municipal de. (2017). "Lei 7166 estabelece Normas e Condições para Parcelamento, Ocupação e Uso do Solo Urbano no Município". Cap.VI. Belo Horizonte. Ago.1996
4. BRUSKI, Sabrina Deconti; TOGNOLI, Francisco Manoel Wohnrath; DE ARAÚJO, Thiago Peixoto. GEOTECNOLOGIAS NO CONTEXTO DAS CIDADES MAIS RESILIENTES: ZONEAMENTO DAS ÁREAS DE RISCO A INUNDAÇÕES COMO FERRAMENTA DE PLANEJAMENTO URBANO. Engenharia Urbana em Debate, v. 1, n. 1, p. 30-57, 2020.
5. CANHOLI, Aluísio. Drenagem urbana e controle de enchentes. Oficina de textos, 2015.
6. DE AQUINO, Wesley Rodrigues. Do crescimento urbano às consequências ambientais: o caso do Riacho da Xoxota no Conjunto Eduardo Gomes em São Cristóvão - SE. 2021. Disponível em: <https://corta.link/DiA6b>. Acesso em: 21 out. 2022.
7. EMBRAPA Solos. Mapa de solos do estado de Minas Gerais. Escala: 1:1.000.000. Novembro, 2017. Disponível em: <http://geoinfo.cnps.embrapa.br/geoserver/ows?service=wfs&version=1.3.0&request=GetCapabilities>.



8. JÚNIOR, Samuel Almeida Dutra; DE MENEZES FILHO, Frederico Carlos Martins. BENEFÍCIOS DA IMPLANTAÇÃO DE TÉCNICAS COMPENSATÓRIAS SOB CENÁRIOS DISTINTOS DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO. REEC-Revista Eletrônica de Engenharia Civil, v. 18, n. 1, p. 38-52, 2022.
9. MACHADO, Carolyne Bueno. Mudanças históricas de uso e cobertura da terra na Bacia Hidrográfica do Paraná e seus impactos em eventos extremos de precipitação. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. 2022.
10. MANUELZÃO UFMG. Núcleo Engenho Nogueira. 2018. Disponível em: <https://manuelzao.ufmg.br/projeto/nucleo-engenho-nogueira/>.
11. MINE, Gisele Oliveira et al. Aplicativo para minimizar impactos relacionados à inundações em áreas urbanas: o caso do córrego Engenho Nogueira em Belo Horizonte, MG.
12. NUNES, Aline de Araújo; PINTO, Éber José de Andrade; BAPTISTA, Márcio Benedito. Detecção de tendências de eventos extremos de precipitação na Região Metropolitana de Belo Horizonte através de métodos estatísticos. RBRH, v. 23, 2018.
13. OLIVEIRA, Alinne Prado; BARBASSA, Ademir Paceli; GONÇALVES, Luciana Márcia. “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.
14. PEREIRA, Julianna A. et al. MODELAGEM HIDRÁULICO-HIDROLÓGICA: UTILIZAÇÃO DE TÉCNICAS COMPENSATÓRIAS. 2022.
15. RIBEIRO, Lucas Cordeiro; NUNES, Aline Araújo. Controle de Escoamento superficial em uma Bacia Urbana com a utilização de Telhado Verde. Brazilian Journal of Development, v. 6, n. 10, p. 77297-77306, 2020. RIBEIRO, L. C; NUNES, A. A. Controle de Escoamento superficial em uma Bacia Urbana com a utilização de Telhado Verde. Brazilian Journal of Development, v. 6, n. 10, p. 77297-77306, 2020.
16. DRUMOND, Rafael Augusto Santos; ALMEIDA, Renan Pereira; NASCIMENTO, Nilo de Oliveira. Mudanças climáticas e Plano Diretor: mitigação de inundações em Belo Horizonte. Cadernos MetrÓpole, v. 25, p. 899-922, 2023.