Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v.12, 2023
ISSN 2178-6925

CAPTAÇÃO DE ÁGUAS PLUVIAIS EM BELO HORIZONTE/MG

RAINWATER HARVESTING IN BELO HORIZONTE/MG

Aniel de Melo Dias
Mestre em Engenharia Civil
Centro Universitário Estácio de Belo Horizonte, Belo Horizonte/MG, Brasil
E-mail: anieldias@gmail.com

Liliane Cruz Gomes de Souza Santos
Doutora em Engenharia Civil
Universidade do Estado de Minas Gerais, Belo Horizonte/MG, Brasil
E-mail: lilianecruzbh@gmail.com

Resumo

Esta pesquisa aborda os desafios enfrentados por Belo Horizonte devido ao clima de chuvas intensas e à topografia acidentada, que têm resultado em desastres naturais, como enchentes e deslizamentos de terra. O aumento nas precipitações, registrado pelo INMET em 2020, tem agravado a instabilidade climática na cidade, e dados do CEMADEN em 2019 evidenciam o aumento na ocorrência de desastres relacionados às chuvas, exigindo intervenções eficazes. Nesse contexto, são discutidas medidas como a drenagem sustentável e a gestão de áreas de risco, enquanto a captação de águas pluviais de baixo custo, como telhados inclinados e cisternas, surge como uma solução promissora. O objetivo deste estudo é identificar técnicas eficazes para lidar com os desafios das chuvas intensas em Belo Horizonte, com foco na adoção de abordagens sustentáveis.

Palavras-chave: Captação; Águas pluviais; Belo Horizonte; Chuva.

Abstract

This research addresses the challenges faced by Belo Horizonte due to the intense rainy climate and rugged topography, which have resulted in natural disasters, such as floods and landslides. The increase in precipitation, recorded by INMET in 2020, has worsened climate instability in the city, and data from CEMADEN in 2019 shows the increase in the occurrence of rain-related disasters, requiring effective interventions. In this context, measures such as sustainable drainage and the management of risk areas are discussed, while low-cost rainwater harvesting, such as pitched roofs and cisterns, emerges as a promising solution. The objective of this study is to identify effective techniques to deal with the challenges of intense rainfall in Belo Horizonte, with a focus on adopting sustainable approaches.

Keywords: Capture; Rainwater; Belo Horizonte; Rain.

1. Introdução

A cidade de Belo Horizonte, localizada no estado de Minas Gerais, é conhecida por sua topografia acidentada e suas características climáticas marcadas por períodos de intensas chuvas. Ao longo dos últimos anos, tanto o estado de Minas Gerais quanto a capital Belo Horizonte têm experimentado variações significativas na quantidade de chuvas sazonais. De acordo com os registros pluviométricos do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), observou-se um aumento nas médias anuais de precipitação na região, resultando em um cenário de maior instabilidade climática (INMET, 2020). Esse padrão climático variável tem desencadeado uma série de desafios relacionados a desastres naturais e eventos extremos, incluindo enchentes e deslizamentos de terra.

Essas chuvas intensas têm gerado impactos significativos em Belo Horizonte nos últimos anos. Inundações recorrentes e deslizamentos de terra têm representado sérias ameaças à segurança da população e à infraestrutura urbana. Dados do Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (CEMADEN) indicam um aumento nas ocorrências de desastres relacionados a chuvas intensas na região metropolitana de Belo Horizonte, evidenciando a necessidade de intervenções eficazes para minimizar os riscos associados a esses eventos (CEMADEN, 2019).

Diante desses desafios, é crucial explorar soluções que possam mitigar os impactos dos desastres causados pelas chuvas em Belo Horizonte. Medidas como o desenvolvimento de sistemas de drenagem urbana sustentável, a gestão adequada das áreas de risco e a implementação de políticas de planejamento urbano mais resilientes têm sido discutidas como formas de enfrentar esses problemas (FERNANDES et al., 2018).

Além disso, a captação e o armazenamento de águas pluviais emergem como alternativas promissoras para o enfrentamento desses desafios. A utilização dessa prática pode contribuir não apenas para a redução do risco de enchentes, mas também para o suprimento hídrico em momentos de escassez (SAVIC et al., 2017).

Em consonância com a busca por soluções sustentáveis, a captação de água pluvial de baixo custo emerge como uma estratégia promissora para mitigar a escassez hídrica em regiões de recursos limitados. Esse método sustentável envolve a coleta e armazenamento da água proveniente das chuvas, aproveitando-a para diversas finalidades. A implementação de sistemas simples, como telhados inclinados direcionando água para cisternas de coleta, destaca-se por sua eficiência e economia. Essas abordagens alinham-se com os princípios da gestão hídrica descentralizada e contribuem para a segurança hídrica das comunidades (SOARES, 2023). Nesse contexto, este artigo busca pesquisar técnicas e sistemas de captação de águas pluviais mais adequadas e que possam gerar melhores resultados para a diminuição dos problemas causados pelas chuvas intensas na cidade de Belo Horizonte.

2. Revisão Teórica

2.1. Técnicas e sistemas de captação de águas pluviais

Existem várias técnicas e sistemas de captação de águas pluviais que podem ser aplicados em grandes cidades para gerenciar eficientemente o escoamento da água da chuva e reduzir os riscos de inundações. Esse artigo irá abordar: telhados verdes, cisternas e tanques de armazenamento, pavimentos permeáveis, valas de infiltração, reservatórios urbanos e bacias de detenção.

2.1.1. Telhados Verdes

Os telhados verdes, também conhecidos como coberturas verdes, consistem na instalação de vegetação sobre a superfície dos telhados, proporcionando uma série de benefícios ambientais, sociais e econômicos. Além de sua estética agradável, os telhados verdes oferecem vantagens significativas no contexto do gerenciamento de águas pluviais. A vegetação presente nesses sistemas atua como uma esponja natural, absorvendo a água da chuva e liberando-a gradualmente por meio do processo de evapotranspiração. Isso reduz o volume de escoamento superficial, diminuindo o risco de inundações e aliviando a pressão sobre as redes de drenagem convencionais (MANDEL et al., 2011).

Estudos têm demonstrado que os telhados verdes podem reduzir consideravelmente o escoamento de água da chuva. De acordo com a pesquisa de Pontes et al. (2022), os telhados verdes com espécies de hortícolas são capazes de reter até 80% do escorrimento pluvial. Além disso, os telhados verdes contribuem para o controle da temperatura urbana, reduzindo o fenômeno das "ilhas de calor" e melhorando o conforto térmico nas áreas urbanas, a **Erro! Fonte de referência não encontrada.** mostra as camadas utilizadas na construção de um telhado verde (BERNHARDT et al., 2015).

Figura 1. Camadas utilizadas na construção de um telhado verde.



Fonte: autores (2023).

A implementação de telhados verdes também pode influenciar positivamente a qualidade da água pluvial. A vegetação presente nessas coberturas atua como um filtro natural, removendo poluentes e impurezas

presentes na água da chuva, antes que ela atinja os sistemas de drenagem. Isso pode contribuir para a preservação dos corpos d'água locais e para a redução da carga de tratamento nos sistemas de saneamento (JONES et al., 2011).

Em suma, os telhados verdes emergem como uma estratégia valiosa e integrada para o gerenciamento de águas pluviais em áreas urbanas. Além de contribuírem para a redução do risco de inundações, esses sistemas promovem a sustentabilidade ambiental, melhoram a qualidade do ar e oferecem benefícios estéticos e de conforto para os habitantes das cidades.

2.1.2. Cisternas e Tanques de Armazenamento

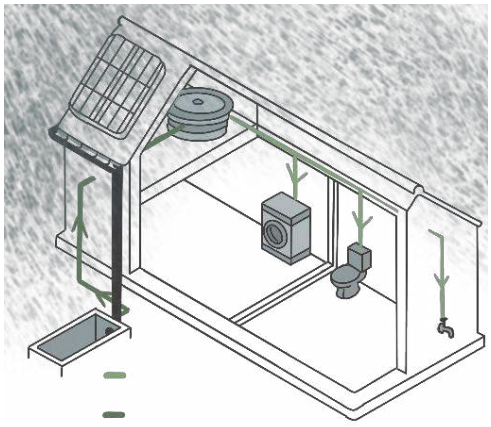
As cisternas e tanques de armazenamento coletam a água da chuva por meio de superfícies impermeáveis, como telhados, e sua direcionamento para sistemas de armazenamento. O uso posterior dessa água armazenada para fins não potáveis, como irrigação de jardins e descarga de vasos sanitários, apresenta vantagens tanto em termos de gestão hídrica quanto de redução da carga sobre as redes de drenagem tradicionais (DUARTE et al., 2016).

Cisternas e tanques de armazenamento representam um método eficaz para a mitigação do escoamento pluvial excessivo, aliviando a pressão sobre os sistemas de drenagem convencionais durante eventos de chuva intensa. A água capturada é retida e armazenada, diminuindo a quantidade de água que chega às ruas e aos sistemas de esgoto pluvial, reduzindo assim o risco de inundações urbanas (GOERGEN et al., 2018).

Estudos de viabilidade econômica e ambiental mostraram que a implementação de cisternas e tanques de armazenamento pode trazer benefícios substanciais. Pesquisas conduzidas por Jaber et al. (2017) destacam que a utilização de águas pluviais armazenadas para atividades não potáveis pode resultar em reduções significativas nos custos de água e esgoto, além de contribuir para a conservação dos recursos hídricos.

A água da chuva é uma água limpa, porém, em contato com as superfícies das coberturas, pode ser contaminada. A sua utilização visa à economia de água potável. Ela pode ser utilizada para diversos fins não potáveis. E em residências pode ser aproveitada para irrigação de jardins, descarga em vasos sanitários, lavagem de roupas etc. como mostrado na **Erro! Fonte de referência não encontrada.** (HEBERSON, 2009).

Figura 1. Utilização da água da chuva para fins não potáveis.



Fonte: autores (2023).

No entanto, a adoção eficaz de cisternas e tanques de armazenamento requer uma série de considerações técnicas e regulatórias. Dimensionamento adequado, manutenção regular e tratamento adequado da água armazenada são aspectos cruciais para garantir a qualidade da água e a eficácia do sistema. Além disso, políticas e regulamentações locais desempenham um papel importante na promoção e incentivo à implementação dessas soluções (BRITO et al., 2020).

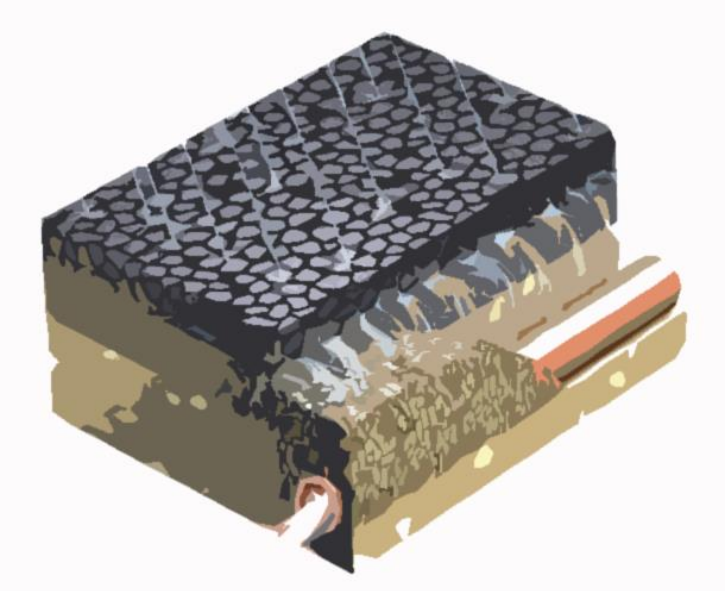
Portanto, as cisternas e tanques de armazenamento representam uma abordagem sustentável e viável para o gerenciamento de águas pluviais em ambientes urbanos. Essas estratégias não apenas contribuem para a redução dos riscos de enchentes, mas também promovem a conscientização sobre o uso racional da água e a adoção de práticas mais sustentáveis nas cidades.

2.1.3. Pavimentos permeáveis

Os pavimentos permeáveis emergem como uma solução inovadora que busca lidar com o escoamento superficial excessivo e seus impactos negativos. Esses pavimentos, também conhecidos como pavimentos porosos ou permeáveis, são projetados com materiais permeáveis que permitem a infiltração direta da água da chuva no solo, auxiliando na recarga de aquíferos e na redução do risco de enchentes (LIMA et al., 2018).

A principal característica dos pavimentos permeáveis é a sua capacidade de permitir a passagem de água através de suas aberturas e camadas, facilitando a infiltração no solo subjacente, como apresentado na **Erro! Fonte de referência não encontrada.**. Essa infiltração não apenas reduz o volume de água que atinge as redes de drenagem, mas também contribui para a recarga de aquíferos, auxiliando na sustentabilidade hídrica em áreas urbanas (SCHOLZ et al., 2018).

Figura 2: Esquema de funcionamento do pavimento permeável pavimentos.



Fonte: autores (2023).

Pesquisas têm demonstrado a eficácia dos pavimentos permeáveis na redução do escoamento superficial. Estudos realizados por Sun et al. (2017) destacam que a taxa de infiltração desses pavimentos pode variar dependendo do tipo de material utilizado e das condições do solo, mas em geral, eles são capazes de reter uma parte substancial da água da chuva, contribuindo para o controle do escoamento e minimizando o risco de inundações.

Além dos benefícios hidrológicos, os pavimentos permeáveis também podem ter impactos positivos no microclima urbano. A capacidade de infiltração da água da chuva ajuda a resfriar a superfície do pavimento e a reduzir o fenômeno das "ilhas de calor", melhorando o conforto térmico nas áreas urbanas (WANG et al., 2019).

No entanto, é importante considerar que a eficácia dos pavimentos permeáveis pode ser influenciada por fatores como a manutenção adequada, a escolha dos materiais e as condições do solo. Portanto, é necessário um planejamento e projeto cuidadosos para garantir o desempenho sustentável desses sistemas em longo prazo (SONG et al., 2020).

Em resumo, os pavimentos permeáveis representam uma estratégia inovadora e eficaz para o gerenciamento de águas pluviais em áreas urbanas. Ao permitir a infiltração direta da água da chuva, esses pavimentos contribuem para a redução de inundações, a melhoria do microclima urbano e a promoção da sustentabilidade hídrica.

2.1.4. Valas de infiltração

As valas de infiltração, também conhecidas como trincheiras de infiltração, consistem em valas preenchidas com materiais permeáveis, como cascalho ou brita, que permitem a infiltração da água da chuva no solo, contribuindo para a recarga dos aquíferos subterrâneos (AKYOL et al., 2021).

Uma das principais vantagens das valas de infiltração é sua capacidade de armazenar temporariamente a água da chuva e liberá-la gradualmente para o solo. Isso reduz o volume de água que atinge as redes de drenagem e os corpos d'água, diminuindo o risco de enchentes e melhorando a qualidade das águas superficiais. Estudos de eficácia conduzidos por De Almeida et al. (2019)

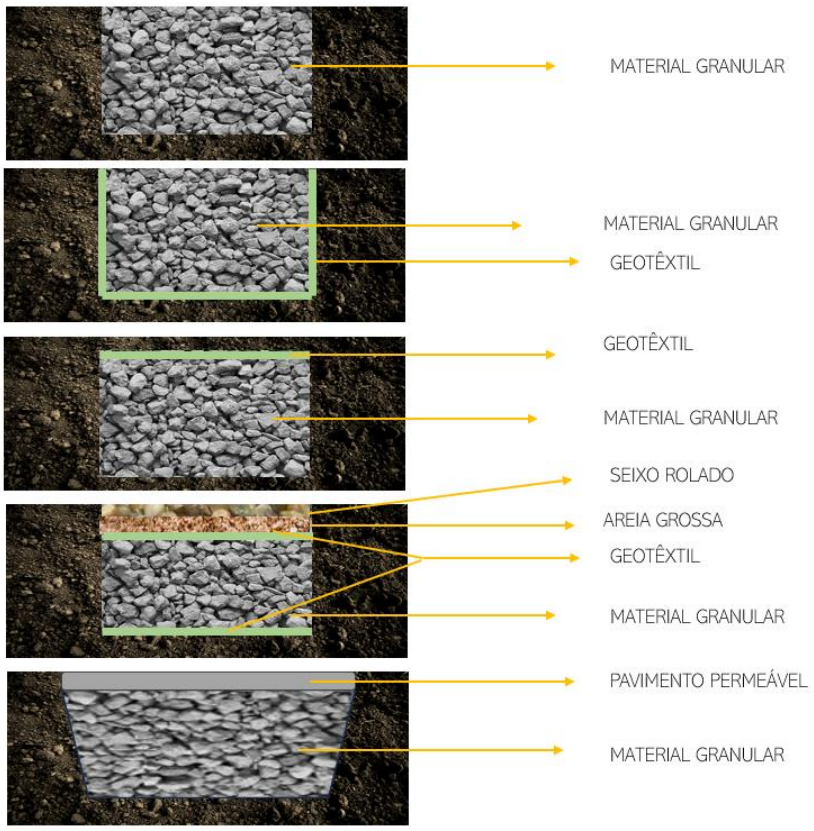
demonstraram que as valas de infiltração podem reduzir significativamente os picos de escoamento durante eventos de chuva intensa.

Outro benefício das valas de infiltração é a capacidade de promover a infiltração e filtragem natural da água da chuva, o que pode melhorar a qualidade da água que atinge os aquíferos e os corpos d'água locais. À medida que a água infiltra nos materiais permeáveis, ocorre uma remoção parcial de poluentes e sedimentos, contribuindo para a redução da carga de poluentes transportados pelas águas pluviais (CIMINELLI et al., 2018).

No entanto, a eficácia das valas de infiltração pode ser afetada por fatores como o tipo de solo, a inclinação do terreno e a manutenção adequada. A obstrução dos materiais permeáveis ao longo do tempo pode reduzir a taxa de infiltração, comprometendo a eficiência do sistema. Portanto, é essencial realizar o monitoramento e a manutenção regulares para garantir o desempenho a longo prazo (LI et al., 2020).

Melo et. al., apresentaram diversas formas de construção de valas de infiltração como apresentado Figura 4.

Figura 3: formas de construção de valas de infiltração.



Fonte: Melo, Coutinho, Santos, Cabral, Antonino e Lassabatere (2016), adaptado.

Em resumo, as valas de infiltração apresentam uma abordagem eficaz e ambientalmente amigável para o gerenciamento de águas pluviais em ambientes urbanos. Ao promover a infiltração, armazenamento e filtragem da água da chuva, essas valas contribuem para a redução dos riscos de enchentes e para a

melhoria da qualidade das águas superficiais.

2.1.5. Reservatórios Urbanos

Reservatórios urbanos são estruturas projetadas para armazenar a água da chuva excedente durante períodos de chuvas intensas, com o intuito de liberá-la gradualmente e reduzir os riscos de inundações (SHARMA et al., 2019).

Esses reservatórios desempenham um papel fundamental na gestão integrada das águas pluviais e podem ser implementados em diferentes escalas, desde edifícios individuais até áreas urbanas inteiras. Um dos principais benefícios dos reservatórios urbanos é a capacidade de reter e armazenar grandes volumes de água da chuva, mitigando assim os picos de escoamento durante eventos pluviais intensos. Estudos de modelagem realizados por Ashani et al. (2018) evidenciaram que a implementação estratégica de reservatórios urbanos pode significativamente reduzir os riscos de inundações.

Além da redução de riscos, os reservatórios urbanos também podem ser utilizados como fontes alternativas de abastecimento hídrico. A água armazenada pode ser tratada e utilizada para fins não potáveis, como irrigação de áreas verdes e lavagem de ruas, reduzindo assim a demanda sobre os recursos hídricos tradicionais (MELVILLE et al., 2019).

No entanto, a implementação eficaz de reservatórios urbanos requer considerações de planejamento, dimensionamento e manutenção. A escolha das localizações adequadas, a capacidade de armazenamento apropriada e a coordenação com as infraestruturas existentes são aspectos cruciais para garantir o desempenho eficiente dessas estruturas (ZHANG et al., 2020).

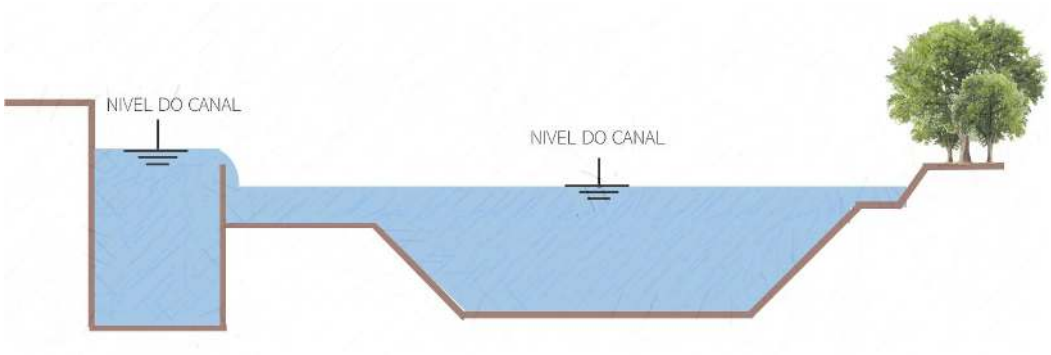
2.1.6. Bacias de detenção

As bacias de detenção, também conhecidas como bacias de retenção ou bacias de armazenamento temporário, são estruturas projetadas para capturar e armazenar temporariamente a água da chuva durante eventos pluviais intensos, liberando-a gradualmente para os sistemas de drenagem após o término da chuva (HABY et al., 2017).

Uma das principais vantagens das bacias de detenção é sua capacidade de reduzir o volume e a velocidade do escoamento superficial. Ao capturar a água da chuva e liberá-la gradualmente, essas estruturas evitam a sobrecarga das redes de drenagem convencionais e reduzem os riscos de inundações em áreas urbanas vulneráveis (SEDLAK et al., 2018).

Estudos têm demonstrado que as bacias de detenção são eficazes na redução dos picos de escoamento pluvial. Pesquisas realizadas por Fletcher et al. (2019) em diferentes cenários urbanos evidenciaram que a implementação de bacias de detenção pode resultar em significativas reduções nos volumes de escoamento durante eventos de chuva intensa. A Figura 5 ilustra o funcionamento das bacias de detenção.

Figura 4: esquema de funcionamento das bacias de detenção**.**



Fonte: autores (2023).

Além da redução de riscos de enchentes, as bacias de detenção também podem contribuir para a melhoria da qualidade da água pluvial. À medida que a água é armazenada temporariamente, ocorre a sedimentação de partículas e a remoção de poluentes, resultando em uma água com menor carga de impurezas que é eventualmente liberada para os sistemas de drenagem (VANWOERT et al., 2005).

No entanto, a eficácia das bacias de detenção pode ser influenciada por fatores como o dimensionamento adequado, a manutenção regular e o planejamento da infraestrutura. A escolha das localizações ideais e o desenvolvimento de projetos adaptados às características locais são essenciais para garantir a eficiência dessas estruturas (PHAM et al., 2021).

2.2. Características da cidade de Belo Horizonte

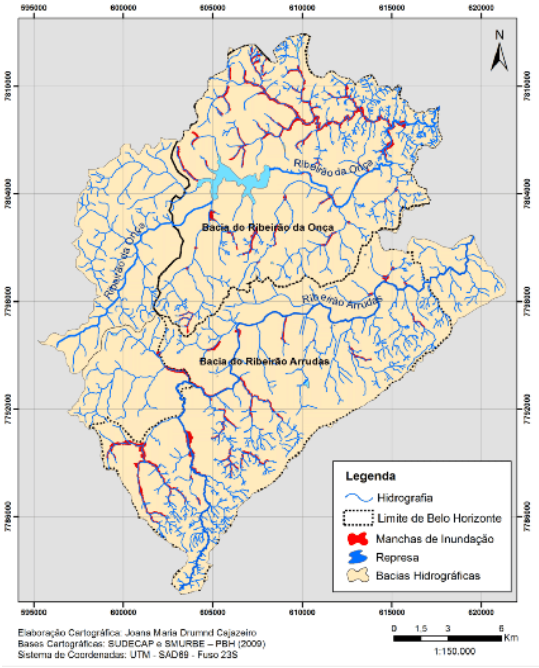
Segundo Oliveira et al. (2016), a topografia acidentada e a impermeabilização crescente do solo na cidade de Belo Horizonte são algumas das características que exacerbam o problema das inundações em Belo Horizonte.

A topografia montanhosa da cidade é uma das principais características que influenciam as enchentes. As chuvas intensas muitas vezes resultam em escorrimento superficial rápido, especialmente nas áreas inclinadas, levando a um aumento significativo no volume de água que flui para os sistemas de drenagem. A análise de Couto et al. (2018) revela que a topografia irregular contribui para a rápida acumulação de água em áreas mais baixas, aumentando o risco de inundações.

O processo de urbanização rápida e desordenada também contribui para o problema das enchentes em Belo Horizonte. O crescimento urbano muitas vezes resulta na substituição de áreas permeáveis, como campos e vegetação, por superfícies impermeáveis, como asfalto e concreto. Isso reduz a capacidade de absorção natural da água da chuva pelo solo, levando a um maior escoamento superficial. De acordo com Rocha et al. (2019), a expansão urbana sem planejamento adequado é um fator significativo que contribui para as enchentes na cidade.

Além disso, as características climáticas de Belo Horizonte, como a sazonalidade das chuvas e a ocorrência de chuvas intensas concentradas em curtos períodos, agravam os riscos de enchentes. Estudos meteorológicos conduzidos por Silva et al. (2017) destacam que a combinação entre a frequência e a intensidade das chuvas, aliada à topografia e à urbanização, resulta em situações propícias para enchentes e deslizamentos de terra, figura apresenta o mapa de manchas de inundação da cidade de Belo Horizonte (PBH, 2009).

Figura 5: Mapa de Manchas de inundação de Belo Horizonte.



Fonte: PBH (2009).

Todos esses fatores contribuem para as ocorrências de inundações na cidade, mesmo apresentando, de acordo com o Departamento de Águas e Esgotos de Belo Horizonte (2021), um sistema de drenagem composto por uma rede de canais, galerias, bacias de detenção e dispositivos de controle de fluxo.

3. Metodologia

O presente estudo foi conduzido por meio de uma pesquisa bibliográfica que envolveu a análise crítica da literatura relevante na área de estudo. Esta pesquisa abrangeu a consulta de informações governamentais, revistas acadêmicas, artigos científicos, recursos online e outras fontes pertinentes. O objetivo deste estudo consistiu em abordar o problema e soluções pertinentes encontrados em fundamentos teóricos previamente publicados. Durante esse processo, foram identificadas diversas contribuições científicas relacionadas ao tema pesquisado. Esse tipo de pesquisa proporciona uma base sólida para compreender o que já foi investigado, os diferentes enfoques e perspectivas sob os quais o assunto foi abordado na literatura científica.

4. Resultados e Discussões

Em relação aos telhados verdes, a topografia acidentada de Belo Horizonte pode influenciar a viabilidade desses telhados como sistema de redução de riscos de inundação. Dada a inclinação do terreno em várias partes da cidade, a implantação de telhados verdes em edifícios inclinados pode apresentar desafios técnicos e de engenharia. A adaptação de sistemas de telhados verdes para diferentes declividades pode requerer soluções personalizadas e cuidadosas avaliações de segurança estrutural. A utilização dessa técnica pode acarretar em custos elevados.

O sistema de cisternas e tanques de armazenamento também apresenta

dificuldades de implantação devido à topografia da cidade. Além disso, os padrões de chuva da cidade também devem ser considerados ao avaliar a adequação das cisternas e tanques de armazenamento. Belo Horizonte possui um regime de chuvas sazonais, com concentração de precipitação durante o período chuvoso. Isso significa que as cisternas e tanques precisariam ser dimensionados para lidar com o armazenamento de volumes significativos de água em um curto período de tempo. A combinação de armazenamento de água da chuva durante as chuvas intensas e sua posterior utilização durante os períodos secos pode auxiliar na redução da demanda hídrica e minimizar o risco de enchentes.

Semelhante os sistemas comentados anteriormente, a topografia também é uma característica dificultosa na implantação de pavimentos permeáveis. A inclinação do terreno pode afetar a capacidade de infiltração dos pavimentos, bem como a distribuição da água da chuva ao longo das superfícies permeáveis. Portanto, a adaptação da tecnologia de pavimentos permeáveis para diferentes gradientes de terreno é um fator importante a ser considerado no planejamento e na implementação desses sistemas. Além disso, a população de Belo Horizonte precisa estar preparada para que a implementação desse sistema seja bem-sucedida, já que os pavimentos permeáveis exigem a cooperação dos moradores e a adoção de práticas adequadas de manutenção, como a limpeza regular para evitar o acúmulo de resíduos e a obstrução dos poros permeáveis.

Os vales de infiltração, também possuem dependência importante da topografia do local. As variações de altitude e a inclinação do terreno podem afetar a eficácia das valas de infiltração na captura e na infiltração da água da chuva. As condições do solo também desempenham um papel crucial na análise da adequação das valas de infiltração em Belo Horizonte. A composição e a capacidade de infiltração do solo variam em diferentes regiões da cidade. Com isso, para cada localidade de aplicação, deve ser realizado um estudo da porosidade e permeabilidade do solo para o dimensionamento das valas de infiltração, o que pode gerar custos financeiros elevados e maior tempo de implementação.

Além da topografia e dos padrões de chuvas já mencionados, os reservatórios urbanos teriam dificuldades de obter eficiência, já que a integração dos reservatórios com o sistema de drenagem e a capacidade de coordenação com as redes existentes são elementos fundamentais para garantir o desempenho eficaz dessas estruturas. Belo Horizonte possui muitos problemas de faltas de redes de drenagem ou redes necessárias inexistentes.

A integração das bacias de detenção com o sistema de drenagem urbana existente é essencial para garantir o funcionamento eficiente e coordenado. Com isso, obtêm-se a mesma observação realizada no estudo feito em relação aos reservatórios. A implantação dos dois sistemas requer, primeiramente, uma modificação e adequação do sistema de drenagem da cidade.

5. Conclusão

O texto abordou soluções relacionadas à captação de águas pluviais como medida preventiva contra desastres, incluindo deslizamentos de terra, enchentes e inundações. Nesse contexto, foram apresentadas opções para a utilização de tecnologia e medidas de fácil implementação com o propósito de reduzir a ocorrência e minimizar os impactos desses eventos. Os recursos

mencionados ao longo do texto correspondem a estratégias de controle de enchentes e captação de águas pluviais, aplicáveis em áreas urbanas para uma gestão eficaz do escoamento das águas pluviais. O estudo analisou alternativas viáveis para a cidade de Belo Horizonte, com o objetivo de atenuar os efeitos das chuvas e contribuir para a conservação da água e o recarregamento do lençol freático.

Referências

AKYOL, E., et al. Performance evaluation of gravel trenches for the management of stormwater runoff. *Journal of Hydrology*, 597, 126142, 2021.

ASHANI, H., et al. Design of Urban Stormwater Management System: Using Storage Tanks as a Flood Mitigation Strategy. *Water Resources Management*, 32(14), 4729-4740, 2018.

BERNHARDT, M., et al. The role of green roofs in urban water management. *Ecological Engineering*, 82, 55-68, 2015.

BRITO, M. J. S., et al. Proposta de Norma para Aproveitamento de Água de Chuva no Brasil. *Ambiente Construído*, 20(3), 187-202, 2020.

CEMADEN (Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais). *Relatório de Desastres Naturais - Ano 2018*. Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações, 2019.

CIMINELLI, V. S. T., et al. Evaluation of Stormwater Infiltration Trench Performance for Reducing Stormwater Runoff in a Brazilian Urban Area. *Water*, 10(10), 1405, 2018.

COUTO, R. S., et al. Avaliação da Vulnerabilidade a Inundações em uma Bacia Hidrográfica Urbana. *Revista Brasileira de Geografia Física*, 11(6), 1990-2008, 2018.

DE ALMEIDA, R. M., et al. Performance evaluation of infiltration trench for stormwater management in a Brazilian semi-arid region. *Journal of Hydrology: Regional Studies,* 25, 100610, 2019.

DUARTE, R., et al. Aproveitamento de água de chuva em edificações urbanas: estado da arte e perspectivas. *Ambiente Construído*, 16(4), 103-120, 2016.

FERNANDES, P. L., et al. Urban Flood Management and Risk Assessment: New Approaches to Urban Planning and Adaptation. *CRC Press*, 2018.

FLETCHER, T. D., et al. Performance of urban stormwater source control measures at reducing the frequency and volume of runoff events. *Journal of Environmental Management*, 232, 263-276, 2019.

GOERGEN, P. C., et al. Água de Chuva em Edificações: Proposta de Indicadores para Avaliação de Sustentabilidade. *Revista Ambiente Construído*, 18(2), 59-72, 2018.

HABY, L. A., et al. Urban flood management using green and blue infrastructure. *Water*, 9(12), 926, 2017.

JABER, F. A., et al. Economic feasibility of rainwater harvesting systems in commercial buildings. *Building and Environment*, 117, 116-126, 2017.

JONES, A. C., et al. The effectiveness of green infrastructure for improvement of urban water quality. *Journal of Environmental Quality*, 41(4), 1101-1113, 2011.

LI, Y., et al. Effects of Porous Pavement Maintenance on Infiltration Rates. *Journal of Environmental Engineering*, 146(6), 04020047, 2020.

LIMA, M. S., et al. Influence of pavement texture on runoff coefficients of permeable pavements. *Journal of Environmental Management*, 209, 24-30, 2018.

MANDEL, R. H., et al. Green roof performance towards management of runoff water quantity and quality: A review. *Water Science and Technology*, 63(10), 1943-1978, 2011.

INMET (Instituto Nacional de Meteorologia). Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa (BDMEP). Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2020.

MELO, Tássia dos Anjos Tenório de; COUTINHO, Artur Paiva; SANTOS, João Batista Fialho dos; CABRAL, Jaime Joaquim da Silva Pereira; ANTONINO, Antônio Celso Dantas; LASSABATERE, Laurent. Trincheira de infiltração como técnica compensatória no manejo das águas pluviais urbanas. *Ambiente Construído*, [S.L.], v. 16, n. 3, p. 53-72, set., 2016.

MELVILLE, M. D., et al. Use of Urban Detention Reservoirs for Capture and Use of Runoff. *Journal of Hydrologic Engineering*, 24(4), 04019008, 2019.

OLIVEIRA, L. P. de, et al. Análise da Vulnerabilidade das Ocupações Urbanas a Inundações em Belo Horizonte - MG. In: *XVII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada*, 17, 2016, João Pessoa, 2016.

PHAM, T. H., et al. Effectiveness of Detention Basins in Urban Catchments: A Review. *Water*, 13(1), 74, 2021.

PONTES, David Oliveira et al. Telhado verde como uma alternativa sustentável para redução do escoamento pluvial urbano. In: *9° Congresso Florestal Brasileiro*. 2022. p. 602-605. 2022.

ROCHA, L. P., et al. Avaliação da Vulnerabilidade de Enchentes Urbanas para uma Região de Belo Horizonte. *Revista Brasileira de Geografia Física*, 12(10), 3151-3166, 2019.

SAVIC, D., et al. Rainwater Harvesting: An Alternative Water Supply for the 21st Century. *Springer*, 2017.

SCHOLZ, M., et al. Sustainable drainage systems: past, present and future. *Sustainable Water Resources Management*, 4(4), 877-897, 2018.

SEDLAK, R., et al. Sustainable Urban Water Management: An Urban Planning Perspective. *Springer*, 2018.

SHARMA, A., et al. Sustainable stormwater management in urban environments: A review. Journal of Environmental Management, 241, 293-307, 2019.

SILVA, G. M. da, et al. Análise da Intensidade e Distribuição Espaço-Temporal de Chuvas Intensas em Belo Horizonte, MG. *Revista Brasileira de Climatologia*, 21, 78-91, 2017.

SOARES, Guilherme A.; SILVA, Ana B. Captação de água pluvial de baixo custo. *Revista de Sustentabilidade e Recursos Hídricos*, v. 7, n. 2, p. 45-58, 2023.

STOVIN, V., et al. Hydrological performance of a green roof test bed under UK climatic conditions. *Journal of Hydrology*, 377(3-4), 311-320, 2010.

SUN, X., et al. Assessment of the Effects of Permeable Pavement on Runoff Mitigation and Thermal Environment Improvement in a High-Density Urban Area. *Water*, 9(2), 116, 2017.

VANWOERT, N. D., et al. The role of green roofs in urban hydrology. *Journal of Hydrology*, 349(3-4), 411-425, 2005.

WANG, Y., et al. Effects of Different Types of Permeable Pavements on the Urban Thermal Environment. *Sustainability*, 11(11), 3026, 2019.

SONG, J. H., et al. Review of permeable pavement systems with a focus on pollutant removal performance. *Science of The Total Environment*, 716, 137058, 2020.

ZHANG, Y., et al. A Framework for the Optimal Siting and Sizing of Urban Stormwater Management Facilities Using Genetic Algorithm. *Water*, 12(1), 182, 2020.