



**CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE MINAS GERAIS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AMBIENTAL E SANITÁRIA**

**ANÁLISE DOS PROJETOS DE DRENAGEM NA MANCHA DE INUNDAÇÃO DA
AV. VILARINHO EM BELO HORIZONTE NA PERSPECTIVA DE CIDADE
INTELIGENTE**

Giulia Roriz dos Santos

Belo Horizonte

2022

Giulia Roriz dos Santos

**ANÁLISE DOS PROJETOS DE DRENAGEM NA MANCHA DE INUNDAÇÃO DA
AV. VILARINHO EM BELO HORIZONTE NA PERSPECTIVA DE CIDADE
INTELIGENTE**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Ambiental e Sanitarista

Orientador: Prof. DSc. Vandeir Robson da Silva Matias

Belo Horizonte

2022

GIULIA RORIZ DOS SANTOS

**ANÁLISE DOS PROJETOS DE DRENAGEM NA MANCHA DE INUNDAÇÃO DA
AV. VILARIONHO EM BELO HORIZONTE NA PERSPECTIVA DA CIDADE
INTELIGENTE**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais como requisito parcial para obtenção do título de Engenheira Ambiental e Sanitarista.

Aprovado em 04 de fevereiro de 2021

Banca examinadora:

Vandeir Robson da Silva Matias – Presidente da Banca Examinadora
Prof. Dr.- Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais – Orientador

Matusalém de Brito Duarte
Prof. Dr.- Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais

Evandro Carrusca de Oliveira
Prof. Dr.- Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais



Emitido em 07/02/2022

FORMULÁRIO DE DADOS PESSOAIS (DISCENTE) Nº 002/2022 - DGEO (11.55.13)
(Nº do Documento: 2)

(Nº do Protocolo: NÃO PROTOCOLADO)

(Assinado digitalmente em 09/02/2022 21:24)

EVANDRO CARRUSCA DE OLIVEIRA

PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO

DCTA (11.55.03)

Matrícula: 2150490

(Assinado digitalmente em 07/02/2022 13:41)

MATUSALEM DE BRITO DUARTE

PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO

DGEO (11.55.13)

Matrícula: 1804732

(Assinado digitalmente em 07/02/2022 13:23)

VANDEIR ROBSON DA SILVA MATIAS

PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO

DGEO (11.55.13)

Matrícula: 1565121

Para verificar a autenticidade deste documento entre em <https://sig.cefetmg.br/documentos/> informando seu número:
2, ano: 2022, tipo: **FORMULÁRIO DE DADOS PESSOAIS (DISCENTE)**, data de emissão: **07/02/2022** e o
código de verificação: **3935c0574b**

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Tânia Roriz e Carlos Humberto dos Santos, por todo o amor, dedicação, exemplo e apoio ao longo da minha formação e da vida. Agradeço por investirem e acreditarem em mim em todas as circunstâncias. Essa graduação é nossa!

As minhas irmãs, Letícia e Nicole, pelo apoio e incentivo ao longo da graduação. Agradeço pelos momentos de desabafo, de suporte, vocês são exemplos para mim.

Ao meu namorado, Matheus Brant, agradeço pelos momentos de apoio, de suporte, de companheirismo, sempre me encorajando a seguir em frente e superar cada dificuldade.

Ao meu orientador, Vandeir Matias, agradeço por compartilhar seus conhecimentos e por toda a paciência, a tranquilidade, incentivo, disponibilidade e por me guiar no caminho da pesquisa.

Às amigas que a graduação me concedeu, em especial: Bruna, Gabriella, Ingrid, Júlia, Kênia, Luciana e Rafaella, que trilharam esse caminho ao meu lado e tornaram os momentos desafiadores mais leves.

Às amigas do Aldeia, em especial: Aline, Ana, Cris, Isa, Paloma e Sara, que estão comigo todos esses anos, me apoiando em momentos difíceis e me dando suporte. E a Ane Hungaro e ao João Colen, que nos desesperos diários do TCC estavam comigo.

A todos os professores do Departamento de Ciência e Tecnologia Ambiental, por todo os ensinamentos e pelo papel tão essencial na construção da minha vida profissional.

Ao CEFET-MG, expresso minha eterna gratidão!

RESUMO

SANTOS, Giulia Roriz dos. **Análise dos projetos de drenagem na mancha de inundação da Av. Vilarinho na perspectiva de cidade inteligente**. 2022. 80f. Monografia (Graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária) – Departamento de Ciência e Tecnologia Ambiental, Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2022.

O acelerado desenvolvimento urbano, no Brasil, tem acarretado vários problemas. Um deles seriam as consequências da má gestão das drenagens de águas pluviais, que intensificam as enchentes e inundações, em vez de minimizá-las. Porém quando essas intervenções ao meio ambiente urbano são feitas a partir do diagnóstico das características da localidade e seguindo as diretrizes do planejamento ambiental urbano da cidade, esses problemas podem ser evitados e/ou reduzidos. Assim, o objetivo deste trabalho foi realizar uma análise dos projetos de drenagem na mancha de inundação da Av. Vilarinho na perspectiva de cidade inteligente. Para isto, foi selecionado o projeto “*Obras e serviços de otimização do sistema de macrodrenagem dos Córregos Vilarinho, Nado e Ribeirão Isidoro*”, que é dividido em 3 etapas. Ressalta-se que foram analisadas apenas duas etapas desse projeto, visto que a segunda e terceira visam a otimização das inundações na Av. Vilarinho, já a primeira não é na área de estudo. Assim, por meio da busca na literatura dos principais critérios para um projeto ser considerado sustentável, foi estabelecida uma lista com 11 componentes para realizar a análise. Além disso, realizou-se uma pesquisa de quais ações/programas a Prefeitura de Belo Horizonte (PBH) desenvolve para atrelar a tecnologia de informações a soluções dos problemas de drenagem urbana. Para contribuir com as análises, foi utilizado a mineração de textos. Ao averiguar as etapas do projeto, a segunda etapa atendeu 55% dos componentes de sustentabilidade, já a terceira etapa atendeu 77% dos critérios. Em relação às ações inteligentes, observou-se que existem algumas, como o Sistema de Monitoramento Hidrológico, os alertas emitidos para a população de riscos às inundações, etc. Conclui-se, portanto, que a PBH demonstra uma preocupação com a sustentabilidade e utiliza alguns recursos inteligentes na gestão da cidade, porém ainda é necessário fazer muitas ações para alcançar a interação dos meios de gestão e tecnológicos da cidade.

Palavras chave: Cidades inteligentes. Drenagem. Planejamento.

ABSTRACT

SANTOS, Giulia Roriz dos. **Analysis of the drainage projects in the flood zone of Vilarinho Avenue from the perspective of a smart city.** 2022. 80 pages. Undergraduate thesis (Environmental and Sanitary Engineering) - Department of Environmental Science and Technology, Federal Center of Technological Education of Minas Gerais, Belo Horizonte, 2022.

The accelerated urban development in Brazil has been causing several problems. One of them would be the consequences of poor management of rainwater drainage, which intensifies floods and inundations, instead of minimizing them. However, when these interventions to the urban environment are made from the diagnosis of the characteristics of the locality and following the guidelines of the urban environmental planning of the city, these problems can be avoided and/or reduced. Thus, the objective of this work was to conduct an analysis of the drainage projects in the flood zone of Vilarinho Avenue from the perspective of a smart city. For this, the project “Works and services for the optimization of the macrodrainage system of Vilarinho, Nado and Ribeirão Isidoro streams” which is divided into 3 stages, was selected. It is noteworthy that only two stages of this project were analyzed, since the second and third are aimed at optimizing the floods at Vilarinho Avenue, while the first is not in the study area. Thus, by searching the literature for the main criteria for a project to be considered sustainable, a list of 11 components was established to conduct the analysis. In addition, a survey was carried out on which actions/programs the Belo Horizonte City Hall (PBH) develops to link information technology to solutions for urban drainage problems. To contribute to the analysis, text mining was used. When investigating the stages of the project, the second stage met 55% of the sustainability components, while the third stage met 77% of the criteria. Regarding intelligent actions, it was observed that there are some, such as the Hydrological Monitoring System, the alerts issued to the population of risks to flooding, etc. It is concluded, therefore, that the PBH demonstrates a concern with sustainability and uses some smart resources in the management of the city, but it is still necessary to take many actions to achieve the interaction of the management and technological means of the city.

Keywords: Smart cities. Drainage. Planning.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 OBJETIVOS	14
2.1 Objetivo Geral	14
2.2 Objetivos Específicos	14
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
3.1 Planejamento ambiental e urbano integrado	15
3.2 Drenagem urbana e drenagem urbana sustentável	19
3.3 Belo Horizonte: concepção de cidade inteligentes	26
4 MATERIAIS E MÉTODOS	31
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES	36
5.1 Entendendo o contexto da região da mancha de inundação da Av. Vilarinho	36
5.2 Banco de dados	40
5.3 Análise da documentação focada nos projetos	41
5.4 Análise de ações e iniciativas com viés de cidade inteligente	57
5.5 Proposições sustentáveis e tecnológica para a área	59
6 CONCLUSÃO	63
7 RECOMENDAÇÕES	65
8 REFERÊNCIAS	66

LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1 - Exemplo de planície de inundação.....	23
Figura 3.2 - Perfil simplificado do processo de enchente e inundação.....	23
Figura 3.3 - Exemplo de camadas de um telhado verde.....	26
Figura 4.1 – Imagem da carta de inundação da Vilarinho.....	34
Figura 4.2 - Critérios para análise de comparação de sistemas de drenagem urbana sustentáveis.....	35
Figura 5.1 – Área de estudo na interseção da Av. Vilarinho e Rua Doutor Álvaro Camargos.....	39
Figura 5.2 - Área de estudo na Av. Vilarinho com a projeção do reservatório.....	40
Figura 5.3 - Área de estudo na Av. João Samaha com a Rua Doutor Álvaro Camargos.....	40
Figura 5.4 - Nuvem de palavras com base na justificativa das intervenções na região Vilarinho.....	43
Figura 5.5 - Área de intervenção para a caixa de captação.....	45
Figura 5.6 - Caixa de captação finalizada na Av. Vilarinho e a Rua Doutor Álvaro Camargos.....	45
Figura 5.7 - Links de vínculos obtido a partir das diretrizes do projeto.....	47
Figura 5.8 - Quadro Comparativo dos elementos do projeto que atende os critérios de sustentabilidade.....	48
Figura 5.9 - Esquema das intervenções para amenizar enchentes na Av. Vilarinho.....	50
Figura 5.10 - Projeção final do projeto na Av. Vilarinho.....	52
Figura 5.11 - Projeção final do projeto na Rua Dr. Álvaro Camargos.....	53
Figura 5.12 - Legenda e especificações do projeto básico de paisagístico.....	54
Figura 5.13 - Ferramenta Links com o texto do projeto do reservatório Vilarinho 2.....	57
Figura 5.14 - Quadro comparativo dos elementos do projeto que atende os critérios de sustentabilidade.....	58

LISTA DE TABELAS

Tabela 5.1 - Comparativa das capacidades hidráulicas das galerias com as vazões de cheias dos afluentes para tempo de retorno (TR) 100 anos.....	51
Tabela 5.2 - Quantitativo de inundações e/ou alagamentos, em Minas Gerais, agravados por fatores.....	61

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

BH	Belo Horizonte
COP-BH	Centro de Operações de Belo Horizonte
CMBH	Câmara Municipal de Belo Horizonte
GGRD	Grupo Gestor de Risco e Desastre
PBH	Prefeitura de Belo Horizonte
SMOBI	Secretaria Municipal De Obras e Infraestrutura
SUDECAP	Superintendência de Desenvolvimento da Capital

1 INTRODUÇÃO

O acelerado e intenso processo de urbanização, geralmente em países em desenvolvimento, tem gerado diversos problemas de infraestrutura urbana, especialmente em relação à drenagem de águas pluviais. Tais problemas são gerados por vários fatores, dentre eles: os naturais (relacionados às características do relevo e ao clima) e os antrópicos (que geralmente estão associados a impermeabilização do solo e canalizações e retificações de cursos de água).

Os problemas antrópicos, de modo geral, ocorrem em razão das obras de impermeabilização do solo, realizadas para criar condições de mobilidade e moradia de comunidades, entretanto essas intervenções geram dificuldade de infiltração das águas. Já a canalização e retificação dos cursos d'água, aceleram o escoamento superficial, proporcionando o acúmulo de água em pontos mais baixos; segundo Tucci (2017) as consequências desses transtornos urbanos são as inundações.

Ao estudar sobre o histórico da drenagem urbana, é possível entender que a má gestão urbana e as escolhas de técnicas que não acompanhavam o acelerado crescimento populacional nas cidades acarretaram nos problemas atuais. Associa-se a essa problemática, o enfoque higienista de planejamento abordado na época, cujo o pensamento era de direcionar as águas e efluentes sanitários à jusante dos rios com o intuito de afastar os resíduos urbanos, bem como reduzir a contaminação de doenças e deixar os centros das cidades limpos. No entanto, essa técnica intensificava o volume das águas e diminuía o tempo de concentração, causando maiores transtornos à jusante dos cursos d'água (BORSAGLI, 2011; SILVEIRA, 1998).

As intervenções do homem no meio ambiente sem o devido cuidado e com esse pensamento higienista trouxeram prejuízos. É sabido que, quando essas intervenções são feitas a partir de levantamentos e análise dos escoamentos da região, das características da área e atendendo ao planejamento ambiental urbano da cidade, esses problemas podem ser evitados e/ou reduzidos. Assim, entende-se hoje que o caráter multidisciplinar do planejamento ambiental e urbano é necessário para uma boa drenagem urbana, pois são considerados vários elementos, como os institucionais, econômicos, técnicos, ambientais e sociais.

Além disso, a inserção das bacias hidrográficas como unidades de planejamento, considerando-as como medidas estruturais e não estruturais, para fins da gestão dos recursos hídricos e da gestão ambiental, contribui para controle da ocupação das planícies de inundação e das margens dos cursos de água. Por isso, é importante que o desenvolvimento urbano seja realizado com planejadores capacitados, para que esses transtornos urbanos não ocorram (CARVALHO; GIRÃO; CABRAL, 2017; GIRÃO; CORRÊA, 2015).

A abordagem de drenagem urbana melhora com o princípio de não transferir os problemas à jusante. Segundo Forgiarini et. al (2007) e Neto et. al (2019) nos últimos tempos, a conduta das obras de drenagem estão mais próximas à sustentabilidade, com base na redução dos problemas referentes ao gerenciamento das águas pluviais nas cidades. O termo de drenagem urbana sustentável está relacionado justamente à análise das questões alternativas eficazes e econômicas e que buscam políticas urbanas para uso e ocupação do solo e preservação do ciclo natural das águas, recuperação, controle ou redução dos problemas provocados por enchentes urbanas (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2007).

Nesse cenário, a perspectiva dos administradores públicos passa a ser voltada para uma gestão de enfrentamento desses problemas e desafios. Um conceito que se destaca é o das cidades inteligentes, que buscam adaptar a sua infraestrutura por meios digitais, para realização de sistemas de informações com intuito de melhorar a qualidade e disponibilidade dos espaços e serviços públicos, promovendo crescimento e incentivando a inovação, juntamente com o desenvolvimento sustentável. (ALLWINKLE; CRUICKSHANK, 2011; WEISS *et al.*, 2015).

Em Belo Horizonte, cidade objeto deste estudo, a situação não é diferente da descrita até aqui. Durante os períodos chuvosos, é recorrente os registros de enchentes, inundações, alagamentos e enxurradas por falta de planejamento nas obras de drenagem urbana. A Prefeitura de Belo Horizonte (PBH) adota diversas medidas em busca de entender e encontrar alternativas para resolver ou reduzir as consequências das problemáticas citadas. Assim, é importante entender, analisar e achar soluções voltadas para projetos com obras sustentáveis e interligar a relação da drenagem urbana com o planejamento ambiental urbano.

A pesquisa visa refletir sobre os projetos e propostas de drenagem urbana, realizados na mancha de inundação da Avenida Vilarinho, para conter as enchentes na área. Esta pesquisa é estruturada em cinco tópicos de resultados.

O primeiro tópico - Entendendo o contexto da região da mancha de inundação da Av. Vilarinho - aborda sobre o histórico da região de Venda Nova, contextualizando a importância de intensificar as intervenções para conter as enchentes, alagamentos e inundações. O segundo - Banco de dados - explica sobre quais foram as bases de dados utilizadas para compor este estudo.

O terceiro - Análise da documentação focada nos projetos - refere-se a análise do projeto “Obras e serviços de otimização do sistema de macrodrenagem dos Córregos Vilarinho, Nado e Ribeirão Isidoro”, que é dividido em 3 etapas, sendo analisadas as duas últimas etapas, pois estão na área de estudo. Foram feitas análises a partir de critérios pré definidos na metodologia.

O quarto - Análise de ações e iniciativas com viés de cidade inteligente - traz discussão sobre quais são medidas adotadas pela Prefeitura de Belo Horizonte que podem ser consideradas inteligentes e que contribuem para conter as enchentes, inundações e alagamentos.

E o quinto - Proposições sustentáveis e tecnológica para a área - aborda sobre iniciativas, ações e projetos alternativos de drenagem urbana que podem agregar para a contenção de inundações, enchentes e alagamentos na área de estudo, com foco nos principais fatores agravantes das inundações e/ou alagamentos.

2 OBJETIVOS

Nessa sessão destaca-se os principais objetivos que serão objeto dessa pesquisa.

2.1 Objetivo Geral

Analisar os projetos e planos de drenagem feitos na mancha de inundação da Avenida Vilarinho para contenção de enchentes e avaliá-los na perspectiva de cidade inteligente.

2.2 Objetivos Específicos

- Compreender a relação entre planejamento ambiental urbano, drenagem e drenagem sustentável;
- Realizar o levantamento dos projetos de drenagem na região da Avenida Vilarinho;
- Avaliar os projetos e/ou propostas a partir da perspectiva de cidade inteligente na região da Avenida Vilarinho; e
- Elaborar recomendações para uma drenagem sustentável em uma metrópole.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O conjunto de conceitos que dá suporte à pesquisa foi formulado a partir de uma revisão de literatura considerada fundamental para a compreensão do tema do planejamento ambiental e urbano integrado, drenagem e drenagem sustentável e cidades inteligentes.

3.1 Planejamento ambiental e urbano integrado

As cidades estão inseridas dentro do contexto da hierarquia urbana. Por serem dinâmicas, acabam se transformando devido às intervenções humanas feitas nos espaços urbanos. Quando essas modificações não respeitam os limites de suporte do meio ambiente, geram-se consequências negativas para a sociedade e para o meio urbano (CASSILHA; CASSILHA, 2009).

O desenvolvimento das cidades brasileiras é um grande desafio, pois a maioria delas teve um aumento desordenado e acelerado. À medida que foram crescendo, foram exigindo maior demanda por infraestrutura, no entanto, nem sempre houveram recursos financeiros para toda a população, conseqüentemente uma parcela acabou sendo prejudicada, não tendo acesso a alguns de seus direitos básicos (SANTOS, 2004). Assim, para que as cidades se desenvolvam de forma econômica, considerando a qualidade de vida da população e respeitando o meio ambiente, surge a necessidade de ordená-las e planejá-las.

Ao longo dos anos, existiram diversas manifestações históricas de cidades. Inicialmente, no período mesolítico, há cerca de quinze mil anos, com os povos pré-históricos. Após três mil anos, inicia-se o período neolítico, onde já havia a atividade de plantio de grãos e criação de animais. Há cerca de 5.000 anos as cidades já estavam mais estruturadas e se desenvolveram em torno dos rios, devido às possibilidades de alimento e transporte. À medida que os povoados amadureciam, os territórios evoluíam, surgindo casas ordenadas, ruas, canais de drenagem, entre outros (CASSILHA; CASSILHA, 2009).

Com o passar dos anos, as cidades foram evoluindo e a partir do século XIX o planejamento urbano no Brasil começou a ser estruturado. Faz-se necessário compreender o conceito de planejamento urbano e ambiental e o planejamento ambiental urbano integrado. O propósito

do planejamento urbano é articular, ordenar e planejar o espaço urbano, de forma a ocupar com harmonia a malha urbana, considerando o uso e ocupação do solo. Assim, considera-se que a ideia de processo de planejamento está baseada em ações que buscam o desenvolvimento que melhore a qualidade de vida (RODRIGUES, 2013).

Nesse sentido, o processo de planejamento urbano corresponde às ações e procedimentos previamente definidos, que têm por finalidade a promoção do desenvolvimento urbano em busca de uma melhor qualidade de vida. O planejamento pode ser entendido também como um conjunto de decisões tomadas, que considera os recursos disponíveis e fatores externos que possam gerar algum empecilho no processo de planejamento (DUARTE, 2013).

Além disso, é fundamental entender a evolução do planejamento urbano no Brasil, para compreender como são feitos e de onde surgiram as estratégias dos dias atuais. O planejamento brasileiro pode ser dividido em três fases. A primeira fase pode ser considerada entre os anos de 1875 e 1930, onde o planejamento era mais pontual, não visava a organização da cidade levando em consideração o todo e era priorizado o seu embelezamento. As melhorias urbanas no geral, eram voltadas para as construções de ferrovias, projetos paisagísticos com foco nas áreas centrais, obras de infraestrutura com a implantação das primeiras canalizações, abertura e regularização do sistema viário e projetos de saneamento (SILVEIRA, 1998).

A cidade de Belo Horizonte pode ser usada para exemplificar o planejamento da primeira fase. A construção da capital de Minas Gerais, em 1897, foi inspirada nos projetos de Haussmann, com características de ruas largas, embelezamento urbanístico, concentração dos comércios e obras de infraestrutura na região central (ARRAIS, 2010).

Segundo Deák e Schiffer (1999) a segunda fase (1930-1990) consolida a ideia do planejamento em sua totalidade. Passa de ser cidade do embelezamento para cidade eficiente. É neste período que o propósito de urbanismo começou a ganhar forças, onde iniciaram-se as primeiras propostas de zoneamento, inauguração de órgãos e de planejamento, bem como criação de leis urbanísticas. Como exemplo surgem os planos diretores e criação da SERFHAU (Serviço Federal de Habitação e Urbanismo). Além disso, foi neste momento que

os projetos incorporaram outros aspectos, além da relação com o território, pois a partir de então começou-se a considerar os aspectos sociais e econômicos. O planejamento nesta época era forte no Rio de Janeiro, com modelos de traçado radial, construção de parques e jardins, organizações e metodologia para a mobilidade urbana.

Os planos começaram a ser influenciados pela Lei Estadual Nº 7688 de 30 de dezembro de 1971, que dispõe sobre o lançamento do Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado do Município de São Paulo (PDCI) (SÃO PAULO, 1971). O referido Plano foi criado com intuito de direcionar, tecnicamente, os planos da prefeitura e não somente à administração (VILLAÇA, 1999).

A partir dessa fase, vários instrumentos foram criados para formalizar o processo de planejamento ambiental urbano e consolidar a participação social. Um exemplo é a política de desenvolvimento urbano brasileira, que está prevista na Constituição Federal de 1988, no art. 182, onde prevê que a política deve ser executada pelo Poder Público municipal de acordo com orientações em leis vigentes, cujo objetivo é orientar a evolução das funções sociais da cidade e garantir a qualidade de vida, como exposto nos parágrafos:

“§ 1º O plano diretor, aprovado pela Câmara Municipal, obrigatório para cidades com mais de vinte mil habitantes, é o instrumento básico da política de desenvolvimento e de expansão urbana. § 2º A propriedade urbana cumpre sua função social quando atende às exigências fundamentais de ordenação da cidade expressas no plano diretor. § 3º As desapropriações de imóveis urbanos serão feitas com prévia e justa indenização em dinheiro. § 4º É facultado ao Poder Público municipal, mediante lei específica para área incluída no plano diretor, exigir, nos termos da lei federal, do proprietário do solo urbano não edificado, subutilizado ou não utilizado, que promova seu adequado aproveitamento, sob pena, sucessivamente, de:

I - parcelamento ou edificação compulsórios;

II - imposto sobre a propriedade predial e territorial urbana progressivo no tempo;

III - desapropriação com pagamento mediante títulos da dívida pública de emissão previamente aprovada pelo Senado Federal, com prazo de resgate de até dez anos, em parcelas anuais, iguais e sucessivas, assegurados o valor real da indenização e os juros legais.”

Já na terceira fase (a partir de 1990), o planejamento se baseia na cidade e na região em que ela se insere. Segundo Santos (2004) e Rezende (2010) o período foi marcado pela ruptura das ideias tecnicistas para instaurar e elaborar uma nova estratégia de desenvolvimento, com uma maior circulação popular e maior politização dos planos diretores, redução dos desequilíbrios espaciais e sociais; e inserção competitiva e modernização produtiva. Além disso, maior participação e atendimento para a formação de alianças estaduais, projetos de planejamento de sustentabilidade urbana, Criação do Ministério das Cidades, atualmente Ministério do Desenvolvimento Regional. Porém, este modelo de planejamento acarretou na divisão da cidade, esvaziamento dos centros urbanos, suburbanização e segregação socioespacial.

O planejamento urbano no Brasil, atualmente, é regulamentado pela Lei Federal 10.257, de 10 de julho de 2001, conhecida como Estatuto da Cidade, que dispõe sobre instruções e normas, de âmbito público e social, para regulamentar o uso e ocupação do solo no intuito de possibilitar qualidade de vida aos cidadãos e manter um equilíbrio ambiental (BRASIL, 2001). Além disso, é necessário entender sobre o planejamento ambiental, um instrumento fundamental para a garantia da gestão ambiental do meio urbano. Para Santos (2004) o planejamento ambiental visa promover a interação entre o ecossistema e o meio urbano, e leva em consideração os interesses sociais, culturais e econômicos, para um melhor aproveitamento do espaço urbano e dos recursos naturais, bem como minimizar os impactos negativos que são gerados nas cidades. É considerado um processo contínuo e que prevê a tomada de decisão de alternativas que melhorem o aproveitamento dos recursos naturais disponíveis e que envolva a participação da população, representantes técnicos e políticos (SANTOS, 2004). Um dos instrumentos do planejamento ambiental é o zoneamento

ambiental e a avaliação de impactos ambientais, que estão estabelecidos na Lei Federal de Política Nacional do Meio Ambiente, Nº 6.938, de 31 de agosto de 1981 (BRASIL, 1981). Ademais, o planejamento ambiental excede os limites políticos, uma vez que é essencial considerar os limites das bacias hidrográficas, planos diretores e planos de manejo (FIDALGO, 2003; FRANCO, 2001). Uma função fundamental do planejamento ambiental é realizar a projeção correta e integrada das consequências advindas dos manejos, ações e projetos sugeridos para determinada área, e instruir esses instrumentos para o avanço das ações em um espaço e tempo definido (SILVA; SANTOS, 2004).

Para tal integração, surge o conceito de planejamento integrado, que visa interligar os aspectos físicos, sociais, ambientais, culturais e econômicos. De acordo com Deák e Schiffer (1999), o planejamento integrado prevê atingir os vários aspectos da cidade e entender os seus problemas, ponderar em seus planos um olhar além das obras de modelagem urbanas, interligando a multidisciplinares técnica e social, o ponto de vista espacial e a ordenação da expansão urbana. As problemáticas que envolvem o meio econômico, social e físico-territorial estão interligadas e são dependentes, assim para a solução desses problemas, deve ser levado em consideração o entendimento de todos.

Diante disso, no cenário que se dá essa pesquisa, entendeu-se que essa ligação entre o planejamento urbano e ambiental, poderia se dar por meio de um foco voltado para drenagem sustentável para contenção de enchentes.

3.2 Drenagem urbana e drenagem urbana sustentável

A drenagem urbana pode ser entendida como um conjunto de medidas, naturais ou artificiais, que conduz as águas pluviais para um certo local, sendo assim, a drenagem é o gerenciamento da água da chuva que escoar no meio urbano (SANTOS *et al*, 2007). Segundo Cruz *et al*. (2007), a gestão da drenagem urbana brasileira, de maneira geral, é gerenciada pelas Secretarias Municipais, no setor de obras e serviços públicos.

Em Belo Horizonte, a secretaria que gerencia a drenagem urbana é a Superintendência de Desenvolvimento da Capital (SUDECAP). Promulgada pela Lei Municipal Nº 1.747 de 9 de

dezembro de 1969, que dispõe sobre a criação da SUDECAP e limita as suas funções para execução da política governamental para o Plano de Obras do município e a gestão e implementação de abastecimento de água e esgoto sanitário, juntamente com a administração direta do Poder Executivo (BELO HORIZONTE, 1969). Conforme modificações feitas pelo Decreto N° 17.556 de 02 de março de 2021, a SUDECAP passa a ter competência:

“ ... I - implementar a política governamental para o Plano de Obras, bem como a política relativa ao planejamento e à execução dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário, em colaboração com a administração direta do Poder Executivo; II - elaborar projetos e executar obras, inclusive em Zonas de Especial Interesse Social - Zeis, conforme os planos definidos pela Smobi; III - executar os serviços e as obras de manutenção dos bens imóveis e logradouros públicos; IV - gerenciar, por delegação específica, os contratos de obras e serviços de engenharia firmados pelo Poder Executivo; V - executar, mediante regime de concessão, os serviços relativos ao abastecimento de água, luz e esgotamento sanitário do Município, inclusive suas atividades acessórias, conforme os planos definidos pela Smobi e em colaboração com os demais entes federados.” (BELO HORIZONTE, 2021).

Para a SUDECAP (2020) os aparelhos de drenagem urbana objetivam captar e encaminhar toda água que escoar na superfície das vias urbanas para uma área apropriada. Em Belo Horizonte, os sistemas de drenagem devem seguir um escopo de projeto, conhecido como Caderno de Encargos SUDECAP, onde há diretrizes para construções desses sistemas, bem como deve-se seguir juntamente as orientações da Instrução Técnica para elaboração de estudos e projetos de drenagem urbana, coordenada pela Diretoria de Gestão de Águas Urbanas - DGAU, no que se refere a chuvas, dimensionamento hidráulico e técnicas compensatórias de preservação.

Os sistemas de drenagem são separados por micro e macrodrenagem. A microdrenagem urbana, em geral, é formada por bacia de captação, bocas coletoras, pavimento das vias, sarjetas, sarjetões, entre outros. Ela tem como finalidade a captação superficial e escoamento

da água de chuvas até um corpo de água (PORTO, 1998). O sistema de macrodrenagem é composto por canais, naturais ou artificiais, rios ou corpo de água que recebe os efluentes da microdrenagem (POMPÊO, 2000). Os dispositivos mais utilizados no dimensionamento de uma microdrenagem, de acordo com SUDECAP (2020), são:

- Bacia de captação: São reservatórios que mantêm o excesso de escoamento da água armazenado, por um curto período de tempo, para controle de inundações e enxurrada;
- Sarjetas: Geralmente triangulares, são os canais longitudinais localizados entre a guia e o pavimento de vias, cujo coleta e conduz as águas que escoam superficialmente;
- Sarjetões: São canais, de seção triangular, localizados nos pontos mais baixos ou nos cruzamentos das vias públicas;
- Bocas coletoras, bocas de lobo ou bocas de leão: São dispositivos hidráulicos, que geralmente estão localizados sob a calçada ou sarjeta, cuja função é captar as águas que escoam superficialmente pelas sarjetões e sarjetas; e
- Galerias: São tubos de passagem designados para realizar o transporte das águas captadas nas bocas de lobo até o destino final de lançamento.

No Brasil, os sistemas de drenagem urbana são classificados como higienistas, onde o princípio é o rápido escoamento das águas pluviais e que se baseiam na eficiência hidráulica dos condutos. Uma das desvantagens destes sistemas é que ele transfere os problemas das águas à jusante, pois há canalização dos trechos, que reduzem o leito natural, o que gera um aumento do volume e vazão de água e diminui o tempo do escoamento (CRUZ *et al.*, 2007; POMPÊO, 2000; SOUZA, 2013).

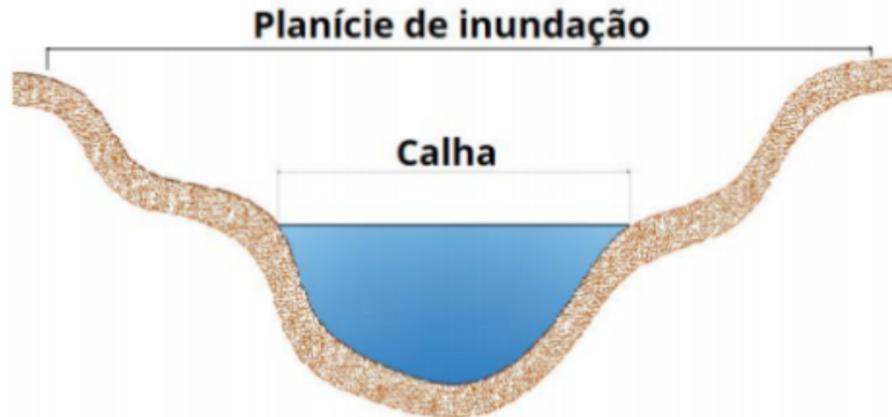
Observa-se que juntamente com esses problemas dos sistemas higienistas, outro fator que prejudica a eficiência da drenagem urbana brasileira é o rápido crescimento urbano, cujo aumento resulta em maiores áreas urbanizadas e impermeabilizadas, o que dificulta a infiltração das águas nos sistemas de drenagem e maior probabilidade de ocorrer inundações e enchentes (ALEXANDER *et al.*, 2013; ANDRADE, 2014; BASTOS, 2009; MONTEIR; MENDES, 2020; SAMUEL, 2011).

No entanto, conforme Linard (2017), ao longo dos anos, algumas técnicas foram aperfeiçoadas com o intuito de atenuar a velocidade de escoamento superficial, manter um volume e vazão adequada, aumentar a infiltração e reter e barrar o fluxo drenado antes do lançamento às galerias. Assim, é importante buscar novas técnicas e analisar o ambiente urbano como um todo, considerando a macro e a microdrenagem, para ter uma drenagem eficaz.

O controle de inundações possui vários tipos de medidas, que podem ser denominadas como medidas estruturais e não estruturais. As medidas estruturais são soluções físicas, como por exemplo, alteração do leito do rio, canalizações, barragens e reservatórios de detenção e retenção. Já as medidas não estruturais são aquelas intervenções indiretas, como o controle do uso e ocupação do solo, redução da vulnerabilidade dos moradores de áreas com risco à inundações e sistemas de alerta de inundações. Também podem ser consideradas medidas não estruturais, ações como: criação de leis e plano diretor, que envolvem também aspectos de natureza e participação popular (BARBOSA, 2006).

Os conceitos de enchentes ou cheias, inundações, alagamentos e enxurradas costumam ser usados como sinônimos, no entanto são termos com conceitos diferentes. Assim, são apresentadas as definições, uma vez que são importantes para a realização deste projeto de pesquisa. Inicialmente, é fundamental entender as planícies de inundação, várzea ou leito maior do rio (figura 3.1), que são regiões marginais que recebem ocorrência dos extravasamentos de água, que estão acima do nível máximo do canal de drenagem (TOMINAGA, 2009).

Figura 3.1 - Exemplo de planície de inundação



Fonte: Adaptado da Prefeitura Taquara (2018).

Inundações (figura 3.2) são as elevações das águas de um canal de drenagem, que ultrapassam a cota máxima do canal e atingem locais frequentados pela sociedade como residência, recreação e transporte, conhecidos com a planície de inundação (TUCCI, 2003). Já as enchentes (figura 3.2) ou cheias são definidas como o aumento temporário do nível d'água no canal de drenagem, sem extravasar, devido ao excessivo loteamento dos solos e impermeabilização que aumenta a vazão (POMPÊO, 2000).

Figura 3.2 - Perfil simplificado do processo de enchente e inundação



Fonte: Min. Cidades e IPT (2007).

Alagamento são águas que se acumulam temporariamente em determinadas áreas devido às chuvas intensas e deficiência no sistema de drenagem. E por fim, enxurradas são as águas

acumuladas e com elevada energia de deslocamento, que escoam na superfície, sem serem, necessariamente, águas pluviais (CASTRO, 2003).

Assim, vale ressaltar que a frequência e intensidade das inundações não é só resultado das características físicas de uma bacia hidrográfica, mas também das alterações antrópicas locais que geram mudanças na taxa de infiltração e de escoamento superficial. Desse modo, a ausência ou ineficiência dos processos de planejamento urbano reflete-se sobre o processo de inundações de uma cidade. Segundo Tucci (2002), percebe-se que as medidas estruturais em vários países, tanto nacionais como internacionais, não estão sendo tão eficazes, uma vez que são onerosas e não possuem um viés sustentável dos problemas mais complexos de drenagem urbana. Por isso, a busca por alternativas sustentáveis, considerando a unificação do ambiente urbano e das relações entre os sistemas que o compõem, são importantes para atenuar esses problemas urbanos.

A urbanização das bacias hidrográficas ao longo dos anos causou e causa muitos impactos, diante disso, surge a necessidade de projetar sistemas de drenagens eficientes e sustentáveis. Para Christofidis (2010), a perspectiva da sustentabilidade ligada à drenagem urbana é um conjunto de medidas que consideram o espaço natural das águas e de forma integrada em toda a bacia, desde as áreas públicas, os lotes e o sistema de microdrenagem, até os rios, lagos e sistemas de macrodrenagem. Além disso, priorizam a infiltração do escoamento superficial e a resolução do problema na fonte. A busca por proximidades do espaço natural permite que as alternativas de técnica, como a de retenção das águas, sejam configuradas em espaços públicos multifuncionais, como área de armazenamento, em época de cheias e de lazer, em época de secas (MIGUEZ *et al.*, 2016; WANG *et al.*, 2017; ZHOU, 2014).

Devido a isso, novas técnicas de sistemas de drenagem urbana estão sendo implementadas, como Desenvolvimento de Baixo Impacto (Low Impact Development - LID), Sistemas de Drenagem Sustentável (Sustainable Urban Drainage Systems - SUDS), Melhores Práticas de Gerenciamento (Best Management Practices – BMP) e entre outras (NETO, 2019).

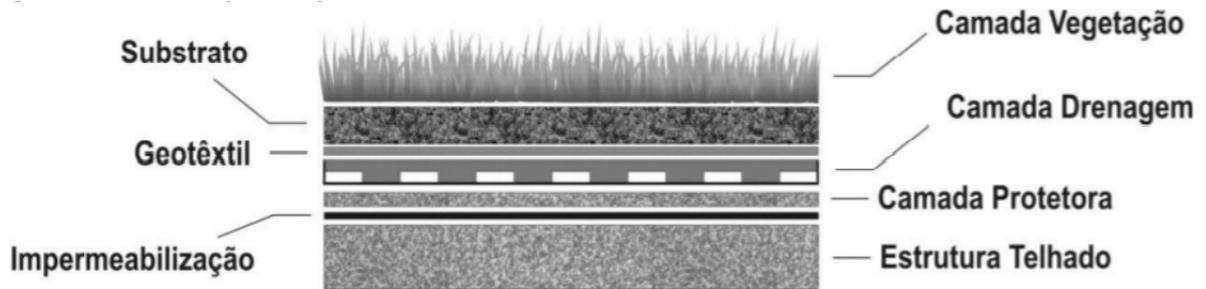
A LID é um método de manejo de águas, por meio do planejamento interdisciplinar integrado, que usa e aproveita o ambiente natural como base para construção de estrutura e preservando

as características da vegetação e do solo. Busca-se, por meio das técnicas de LID, englobar diversas áreas de interesse e de planejamento, levando em consideração o conhecimento da vegetação, topografia, uso do solo, zoneamento, sistema de deslocamento e características do modo de vida do local a ser instalado a técnica. A partir disso, são recolhidas e estudadas essas informações que contribuem e ajudam a verificar locais vulneráveis a problema das águas urbanas, para auxiliar na gestão dos impactos que são gerados devido, por exemplo, à impermeabilização dos solos (SOUZA, 2013). Segundo Canholi (2014) as principais vantagens deste sistema são:

- Redução da terraplanagem e a depuração do território de maneira a diminuir a ocorrência de erosão e assoreamento;
- Aumento da infiltração das águas superficiais devido a adição de materiais impermeáveis nas vias, como ruas e calçadas;
- Menor dependência da rede de drenagem, uma vez que são utilizados dispositivos, como os telhados e pisos drenados, que reduz a impermeabilidade; e
- Aumento do tempo de contração da água, já que há mais obstáculos com os dispositivos permeáveis.

Os Sistemas de Drenagem Sustentável são projetados para operar em áreas pequenas, com intuito de permanecer parecido com as características hidrológicas naturais. Os SUDS visam diminuir as vazões e taxas de escoamento, a quantidade adicional de sobrecarga nos sistemas de drenagem e o acúmulo de poluentes. Esse sistema atua como zona de amortecimento. Alguns exemplos são os telhados verdes (Figura 3.3), pavimentos permeáveis e semipermeáveis, reservatórios de detenção e retenção (CANHOLI, 2014).

Figura 3.3 - Exemplo de camadas de um telhado verde



Fonte: Tassi *et al.* (2014).

Já os BMP's, são comumente usados para atuar nos problemas da impermeabilidade superficial, juntamente com a execução de técnica da engenharia. As infraestruturas são elaboradas e produzidas para retardar a porção de água superficial escoada e promover a melhoria da qualidade da água, normalmente com o emprego de processos biológicos (TASSI *et al.*, 2014).

3.3 Belo Horizonte: concepção de cidade inteligentes

De acordo com o Censo de 2010 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o desenvolvimento urbano brasileiro teve como resultado uma grande concentração e expressiva massa de população em áreas urbanas, onde 84,36% dos brasileiros ocupam os centros urbanos (IBGE, 2010a). De acordo com os dados do relatório das Nações Unidas (ONU, 2018), em 2020, 4 bilhões de pessoas, no mundo, residiam em áreas urbanas e a projeção dessa população para 2050 é de 7 bilhões de pessoas. Como já citado, os desafios do desenvolvimento acelerado das cidades levaram a um aumento na demanda pública por serviços sustentáveis, como mais áreas verdes, para ajudar na infiltração da água, meio de transporte ferroviário, para agilizar o deslocamento, entre outros. Paralelamente a esse desenvolvimento urbano, ocorreu o desenvolvimento tecnológico, e juntos caracterizam uma transformação das cidades, que antes eram industriais, para cidades da informação e da comunicação (GUEDES *et al.*, 2020).

No intuito de inovar e encontrar soluções para os desafios do acelerado e desordenado desenvolvimento das cidades e para o crescimento da disponibilização da informação, surge o conceito de cidades inteligentes, que pode ser entendido como um território, que usa tecnologia de informação e comunicação para atrelar nas estratégias de gestão urbana sustentável. O conceito envolve e associa a cidade e infraestrutura às tecnologias de informação e comunicação e da digitalização do território. O objetivo é otimizar a gestão do conhecimento, alcançar um crescimento sustentável e melhorar o desempenho socioeconômico e a qualidade de vida de seus cidadãos (BRASIL, 2020; MORA *et al.*, 2017; RIZZON *et al.*, 2017).

A gestão urbana inteligente pode ser entendida como uma possível solução a partir da inteligência artificial, que contribui com os planejadores urbanos (LAURINI, 2017). Um projeto urbano ou um planejamento inteligente não se resume só em uma arquitetura requintada ou com nível de complexidade alto. Há a cooperação qualitativa e quantitativa planejada do subsistema urbano ou projetado com seus subsistemas, incluindo os tecnológicos, para adotar medidas sustentáveis e o uso confiável de informação das cidades, o que gera um crescimento urbano e aumenta a recuperação (MARSAL; SEGAL, 2016; MONTE-MÓR, 2007).

No Brasil, um dos primeiros projetos de concepção de cidade inteligente foi o Projeto ReMav (Redes Metropolitanas de Alta Velocidade), em 1997, que visou criar uma infraestrutura conectada, onde todas as redes metropolitanas existentes eram conectadas a uma única rede nacional (REMAV, 2020). As ReMavs foram projetadas para ofertar serviços de educação à distância, bibliotecas digitais, sistemas de informação geográfica, teleconferência, telemedicina e vídeo sob demanda (JÚNIOR *et al.*, 2021).

Há várias outras iniciativas, no Brasil, em relação às cidades inteligentes, desde 1997 até os dias atuais. A cidade de Belo Horizonte é considerada um exemplo de cidade inteligente brasileira, a Prefeitura de Belo Horizonte (PBH) conceitua as cidades inteligentes como:

“Cidades inteligentes são aquelas que, por meio de um programa estratégico de interação com o ecossistema tecnológico, inovam para

otimizar o planejamento e o atendimento das necessidades dos moradores e visitantes, promovendo melhora na qualidade de vida (PBH,2020a)”

A cidade de Belo Horizonte possui um programa de cidade inteligente, que visa integrar várias iniciativas, abordando o uso de tecnologias inovadoras para interligar a população à administração pública e aperfeiçoar os resultados para resolver os problemas e necessidades da cidade. As iniciativas, cujo o projeto tem como foco, são: Sustentabilidade, meio ambiente e cidadania; Mobilidade e segurança; Acessibilidade à governança e serviços ao cidadão Resiliência no desenvolvimento econômico e urbano; Tecnologia, cultura e inclusão digital (PORTAL BELO HORIZONTE, 2019).

Os objetivos do programa de cidade inteligente em BH, segundo a PBH (2020a), são: Integrar os sistemas tecnológico da cidade para compor resoluções em conjunto; Incentivar empreendedores do ramo de tecnologia para firmar o setor de Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) como referência do município e contribuir com o crescimento econômico e de emprego; Fazer com que BH seja um destino turístico inteligente através da relação e inserção do turista à cidade, utilizando recursos tecnológicos; Promover simpósios, palestras, encontros de tecnologia e técnico-científicos para colocar BH em destaque no setor de TICs e tornar a cidade atrativa, visando conseguir mais oportunidades de novos negócios e investimentos.

O plano para tornar Belo Horizonte numa cidade inteligente começou em 2017, onde a capital mineira participou do evento *Smart City Business*, realizado em Curitiba/PR. O evento trouxe visibilidade e oportunidade para a cidade. Foram abordados temas como a estrutura do programa e os planos de ampliação que objetivam tornar BH a terceira cidade mais importante da América Latina no ramo de tecnologia (PBH, 2017).

Assim, ao longo dos anos, a cidade implementou estratégias de desenvolvimento, com base em uma cidade inteligente, através da transformação dos trabalhos ofertados, proporcionando à sociedade mais qualidade de vida. Um importante passo foi a inserção das novas tecnologias realizadas, que fazem parte das ações recomendadas pelo Connected Smart Cities, plataforma

que abrange empresas, entidades e governos que têm por compromisso entender e decifrar a inovação para criar cidades mais inteligentes e conectadas (PBH, 2018b).

Iniciativas que merecem destaque e fazem Belo Horizonte ser considerada cidade inteligente são (JÚNIOR *et al.*, 2021; PBH, 2018a):

- Conta com 711 quilômetros de fibra óptica;
- Possui 1.501 câmeras de videomonitoramento;
- BRT MOVE, que é um sistema integrado de gestão, monitoramento e informação do Transporte Coletivo Municipal;
- Laboratório Aberto de IoT (*Internet of Things*) cujo objetivo é gerar oportunidades para empresas que tenham interesse em realizar trabalhos com um viés tecnológico;
- *Hotspot*, ponto de internet sem fio, com Wi-Fi grátis em áreas de vulnerabilidade social;
- Centro de Operações da Prefeitura (COP), que integra os principais serviços dos tais como defesa civil, saúde, segurança e limpeza urbana, entre outros; e
- Parceria Público-Privada (PPP) de Iluminação, projeto que promove a implementação do LED (Diodo Emissor de Luz) como padrão de iluminação, e da telegestão, que amplia a economicidade do serviço.

Para exemplificação dessas iniciativas inteligentes, pode-se citar o Laboratório Aberto de IoT. O projeto atua com um viés colaborativo, onde empreendedores manifestam, de forma voluntária, uma solução plausível para os desafios da cidade voltados para várias áreas, principalmente mobilidade urbana, meio ambiente, saúde, segurança e educação. A etapa posterior é a avaliação dessas propostas, via chamamento público. As ideias podem ser melhoradas na sede da Empresa de Informática e Informação do Município de Belo Horizonte (PRODABEL), onde o laboratório está instalado, e quando pertinente poderão ser implantadas em Belo Horizonte ou em outros municípios (PBH, 2018c).

A capital mineira possui a maior quantidade de empresas de Tecnologia da Informação (TI) do Brasil, com aproximadamente 331 empresas por 100 mil habitantes. Há o Parque Tecnológico, conhecido como BH-Tec, que é um dos maiores centros tecnológicos do país,

com empresas de desenvolvimento e de pesquisa. Bem como, existem em média 250 startups no San Pedro Valley, comunidade de referência de startups do Brasil. BH é considerada um núcleo de conhecimento, com mais de 62 entidades de ensino superior, em destaque a Universidade Federal de Minas Gerais, que é referência no Brasil (PBH, 2018a).

Além desses, Belo Horizonte adotou um programa voltado para iniciativas inovadoras atrelado aos recursos hídricos no meio urbano e problemas de drenagem, conhecido como Programa de Recuperação Ambiental de Belo Horizonte - DRENURBS, que pertence à Secretaria Municipal de Política Urbana de Belo Horizonte (PBH, 2020b). A concepção do Programa DRENURBS teve como princípio o desenvolvimento integrado das problemáticas sanitárias e do meio ambiente ao nível da bacia hidrográfica. Algumas medidas aplicadas foram: adição de calhas vegetadas, com intuito de reduzir a impermeabilidade do solo, construção de bacias de retenção, para redução de riscos de inundações, a valorização dos corpos hídricos como elementos da paisagem urbana, a participação popular nas atividades de decisão relacionadas à recuperação e à conservação da área urbana, programas de educação ambiental para promover a conscientização da comunidade, entre outras (ABCP, 2013).

Os principais objetivos do DRENURBS são:

“Despoluição dos cursos d’água, abrangendo 73 córregos e 47 bacias hidrográficas; Redução dos riscos de inundações; Controle da produção de sedimentos; Integração dos recursos hídricos naturais ao cenário urbano; Fortalecimento institucional da Prefeitura de Belo Horizonte (PBH, 2012).”

Há três eixos no programa, sendo eles: obras, socioambiental e fortalecimento institucional. O eixo de obras tem como foco o tratamento de fundo de vale, restauração de nascentes, instalação de parques lineares, elaboração de bacia de retenção (conhecidos como “piscinões”), introdução de sistema de esgoto sanitário em áreas precárias e adaptação do sistema viário. O socioambiental engloba a parte de gestão com atividades educação ambiental, plano de monitoramento ambiental de obras, programa de desapropriação,

reassentamento e ressarcimento da população e empresas atingidas, controle da qualidade das águas, entre outros (ABCP, 2013).

Já o fortalecimento institucional visa a segunda fase do Plano Diretor de Drenagem Urbana (PDDU) com foco em uma nova metodologia para o planejamento público das águas urbanas e melhoria nos projetos de drenagem. Além disso, esse eixo visa instituir atividades voltadas para a implantação de um sistema de controle hidrológico e alerta contra inundações e aperfeiçoamento do Sistema de Informação Geográfica (SIG) de drenagem (ABCP, 2013).

4 MATERIAIS E MÉTODOS

Para a elaboração da pesquisa foram estabelecidas etapas a serem seguidas com intuito de alcançar os objetivos. A primeira etapa consistiu em um referencial bibliográfico e em paralelo o entendimento da área de estudo. A segunda etapa foi a análise dos projetos de drenagem urbana e drenagem urbana sustentável, para a obtenção dos resultados, que buscaram compreender qual tipo de estratégias estão sendo utilizadas para contenção de inundações e enchentes da área em foco. A descrição de cada etapa é apresentada a seguir.

Essa pesquisa pode ser considerada qualitativa, uma vez que o intuito foi avaliar os aspectos de priorização dos projetos de drenagem urbana, considerando o viés sustentável e de cidade inteligente. Segundo Gerhardt *et al.* (2009) a pesquisa qualitativa caracteriza em focar nas questões reais que não podem ser quantificadas e que busca compreender e entender a dinâmica de tal fato.

A primeira parte da pesquisa se baseia em temáticas para subsidiar o referencial teórico e essas temáticas são: drenagem urbana e drenagem urbana sustentável, planejamento ambiental urbano, cidades inteligentes e sustentáveis e mancha de inundação. Essas temáticas foram essenciais para auxiliar na interpretação dos dados e resultados e para se construir uma análise fundamentada. A estrutura estabelecida para a ordem de pesquisa foi conforme os temas: enchentes, inundações, o papel do planejamento ambiental urbano e o planejamento integrado, drenagem, drenagens sustentáveis e concepções de cidades inteligentes.

Neste estudo foi realizado um levantamento de dados secundários a partir dos seguintes tipos documentais: teses, dissertações e artigos científicos. Optou-se por, durante a realização da coleta de dados dos projetos e propostas de drenagem urbana na área de estudo, utilizar dados oficiais da Superintendência de Desenvolvimento da Capital (SUDECAP) e da Prefeitura de Belo Horizonte, assim como de reportagens e publicações veiculadas nos jornais Estado de Minas, Hoje em Dia, O Tempo e entre outros.

Como estratégia de busca em bases de dados utilizou-se as seguintes palavras chaves: meio urbano, planejamento urbano, planejamento ambiental e urbano, planejamento ambiental e urbano integrado, drenagem, drenagens sustentáveis, cidades inteligentes, *smart cities*,

soluções ambientais, enchentes, inundações, Avenida Vilarinho, projetos e propostas de drenagem na Avenida Vilarinho, obras na Vilarinho.

Após o levantamento foi feita uma análise de conteúdo desses projetos para identificar as principais intervenções e obras já realizadas, o que é priorizado no zoneamento ambiental na região, se garante a gestão ambiental do meio urbano e se gera uma melhor qualidade de vida para a população.

Posteriormente a essa coleta, foi realizada uma interpretação a partir da mineração de texto utilizando o software: *Voyant Tools*. Esse software é um ambiente online que visa facilitar a leitura e as práticas interpretativas. Segundo Morais e Ambrósio (2007), a mineração de textos (*Text Mining*) é um método de descoberta de conhecimento, que envolve técnicas de pesquisa e extração de dados por meio de textos, parágrafos, frases ou até em palavras. É um processo que usa algoritmos computacionais capazes de processar coleções de textos e detectar informações pertinentes e implícitas.

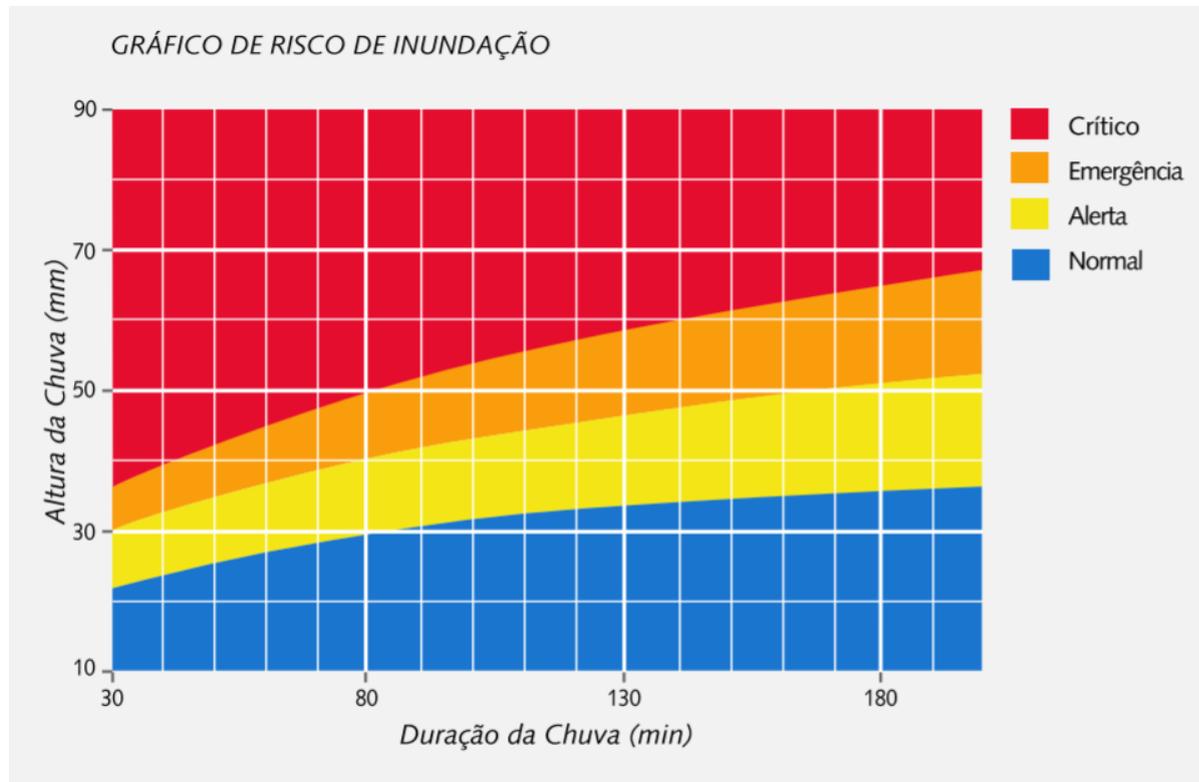
As principais contribuições da mineração de textos estão relacionadas à procura de dados específicos em documentos, ao estudo qualitativo e quantitativo de textos volumosos e um melhor entendimento do conteúdo textual (BEZERRA; GUIMARÃES, 2014).

Todos esses procedimentos metodológicos têm como foco a área de estudo, que no caso deste trabalho é a mancha de inundação da Avenida Vilarinho, região Venda Nova em Belo Horizonte/MG. A carta de inundações da cidade, segundo a PBH, é desenvolvida por meio de modelos hidrológicos, hidráulicos e matemáticos onde a entrada dos dados são coletados a partir do diagnóstico local dos sistemas de macrodrenagem. Ela tem como resultado final o Gráfico de Risco de Inundação, resultante das curvas Intensidade, Duração e Frequência - IDF dos cursos e as manchas de inundação dos locais propícios às inundações (PBH, 2009).

A equação de IDF é normalmente utilizada como base de dados de chuvas intensas para dimensionamento de projeto de drenagem urbana (ZUFFO, 2004). A seguir é apresentado o gráfico IDF da região da área de estudo, onde o eixo de x do gráfico representa a altura da lâmina d'água e o eixo y o tempo de concentração da chuva, assim percebe-se que na área de

estudo quando a altura da chuva tem aproximadamente 40 mm em um período de tempo de 30 min, já é considerado um grau crítico para risco de inundação (Figura 4.1).

Figura 4.1 – Imagem da carta de inundação da Vilarinho



Fonte: Adaptado de PBH (2009).

Nesse contexto, destacam-se de forma mais recente os eventos pluviométricos registrados no início de 2022 em BH. O total de chuva acumulado nos 11 primeiros dias do mês de janeiro foi de 411,4 mm, sendo em Venda Nova com o menor volume de chuvas acumulado com 355,4 milímetros, que significa 108% do esperado para o mês (ESTADO DE MINAS, 2022a; INMET, 2022). Segundo os dados levantados com a totalização parcial do mês de janeiro de 2022, ele é o 19º janeiro mais chuvoso na capital mineira desde 1911. (CLIMATEMPO, 2022).

Esta área apresenta características necessárias para a pesquisa, como topografia e regimes pluviométricos, inundações frequentes, projetos em andamentos, podendo assim servir de base para estudos e para a busca de melhorias para a região.

Além disso, foram levantados os principais requisitos para um projeto e propostas de drenagem urbana que seja considerada sustentável. Dessa forma, foi avaliado se as intervenções realizadas na área de estudo atendem a esses requisitos e informações encontradas na literatura (MIGUEZ *et al.*, 2016). Esses critérios foram elencados na figura 4.2 a seguir:

Figura 4.2 - Critérios para análise de comparação de sistemas de drenagem urbana sustentáveis

Número do componente	Elementos
Componente 1	Faixas de filtração
Componente 2	Valas de infiltração
Componente 3	Bacia de infiltração
Componente 4	Bacias de retenção
Componente 5	Bacias de detenção
Componente 6	Charcos artificiais ou Banhados construídos
Componente 7	Trincheiras de filtração
Componente 8	Dispositivos de infiltração
Componente 9	Pavimentos permeáveis
Componente 10	Telhados verdes
Componente 11	Desenvolvimento de Baixo Impacto - LID

Fonte: MIGUEZ *et al.* (2016).

Os projetos de cidades inteligentes são aqueles que buscam nas novas tecnologias uma oportunidade de respostas e soluções sustentáveis aos problemas urbanos e, quando bem manuseadas, ajudam a participação social de forma democrática e aproximam o setor público do privado e da própria comunidade (GUTIERREZ, 2015). Segundo Guedes *et al.* (2020), o conceito de cidades inteligentes provém da confluência no tempo dos conceitos de cidade inteligente e cidade sustentável, porém, atualmente não existe um consenso sobre os principais fatores que devem ser considerados para tornar-se uma cidade mais inteligente. Mas, em um compilado de estudos no Livro *Smart Cities: Cidades Inteligentes nas*

Dimensões: Planejamento, Governança, Mobilidade, Educação e Saúde, onde há diversos autores que integra cada pesquisa, os resultados expõem que um fator identificado como o mais importante para aumentar a inteligência das cidades estão associados à governança nas cidades.

Assim, para analisar o viés de cidade inteligente, efetuou-se um levantamento de ações e/ou intervenções adotadas pela Prefeitura de Belo Horizonte que utiliza alguma tecnologia de informação para atenuar as inundações, enchentes e alagamentos.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Entendendo o contexto da região da mancha de inundação da Av. Vilarinho

Para compreender os problemas atuais existentes na região de Venda Nova é importante fazer um breve contexto do planejamento urbano da área. Como mencionado anteriormente, o desenvolvimento de Venda Nova não foi muito diferente do que ocorreu no Brasil. Em meados da década de 1950, Belo Horizonte teve um crescimento considerável por causa da industrialização e nesta mesma época, Venda Nova passou a pertencer ao município (ARREGUY *et al.*, 2008).

Além disso, na época estava sendo inaugurado o Complexo da Lagoa da Pampulha, o que gerou um atrativo para esta região da população mais rica e a população com renda menor, ocupando as regiões próximas que eram mais baratas, ou seja, a região de Venda Nova. Os proprietários desses terrenos começaram a vender suas terras para as imobiliárias, que na época não seguiram as leis e faziam os loteamentos da forma que rendesse mais lotes e construía sem o devido planejamento, faziam intervenções de obras sem pensar nos serviços básicos como água, saneamento e luz, o que ficava de responsabilidade do proprietário reivindicar a Prefeitura posteriormente (PIMENTEL, 2007).

Já na década de 1970 e 1980, a região de Venda Nova tornou-se muito importante e um núcleo central para zona norte de BH, uma vez que com surgimento de novos bairros que eram longe do centro de BH, além de possuírem pouca infraestrutura e falta de serviços básicos urbanos, esses bairros utilizavam os serviços, o comércio e as áreas de lazer que já haviam na área. Assim, a região foi se transformando em um lugar mais agitado, com novas casas, edifícios e lojas, com ruas e avenidas mais lotadas e, com essas mudanças as problemáticas urbanas também estavam aumentando, com ocupações desordenadas e clandestinas, além disso, nesta época já começaram as inundações no Córrego do Vilarinho (ARREGUY *et al.*, 2008).

Vale ressaltar que a capital mineira, nos últimos anos, registrou uma intensificação de eventos extremos de chuvas, conforme Nunes (2018), que realizou um estudo "Tendência em Eventos Extremos de Precipitação na Região Metropolitana de Belo Horizonte, indica que há uma tendência positiva mais acentuada para cidade de Belo Horizonte a partir do ano 2000. No

estudo é apontado que esse fenômeno pode ser devido a presença de ilha de calor na cidade, por causa da intensa urbanização, o que pode gerar intensas precipitações, com grandes volumes e em período de tempos menores.

Percebe-se por meio deste contexto, que o problema relacionado às enchentes na região já vem de muitos anos e que há uma grande necessidade de realizar intervenções sustentáveis para que haja uma mitigação desses problemas.

Contextualizando agora para o foco da área de estudo, a avenida Vilarinho é a principal via de tráfego da região Venda Nova, com mais 4 km de extensão, onde por ela escoam o córrego Vilarinho em um canal fechado com revestimento de concreto. A bacia do Vilarinho possui um total de área de drenagem de 6,629 km² e seu afluente da bacia do Ribeirão do Isidoro. Ela abrange uma área de armazenamento interna de 0,11 km², com volume máximo de 60.000 m³ e sua altitude varia entre 800 m e 870 m (SUDECAP, 2005).

A bacia de retenção do Vilarinho começou sua operação em 2002, sendo um espaço urbano inundável, cujo intuito era reduzir os prejuízos nos bairros próximos. Mas, conforme uma pesquisa feita em 2003 por Práxis, a bacia de retenção não estava cumprindo o seu papel de diminuir o fluxo das águas e não correspondia às necessidades dos moradores adjacentes (Nascimento, 2006). Nos dias atuais, percebe-se que esses problemas continuam e a quando a um pico de chuva forte, a bacia ainda não suporta todo o volume das águas.

A região de Venda Nova possui uma topografia com elevadas declividades, o que gera um escoamento com uma maior velocidade. Outro fator, é que a taxa de impermeabilização média da região é de 60%, fazendo com que tenha menor tempo de concentração, assim é uma área que está propícia a inundações rápidas (PBH, SMURBE e SUDECAP, 2008).

A área de estudo está localizada na mancha de inundação na interseção da Av. Vilarinho e Rua Doutor Álvaro Camargos (Figura 5.1), na Av. Vilarinho próximo ao nº 2.733, (Figura 5.2) e no cruzamento da Avenida João Samaha com a Rua Doutor Álvaro Camargos (Figura 5.3), cujo as galerias de macrodrenagem dos córregos Vilarinho e Nado estão localizadas e dado ao fato que as obras de intervenções são nessas áreas.

Figura 5.1 - Área de estudo na interseção da Av. Vilarinho e Rua Doutor Álvaro Camargos.



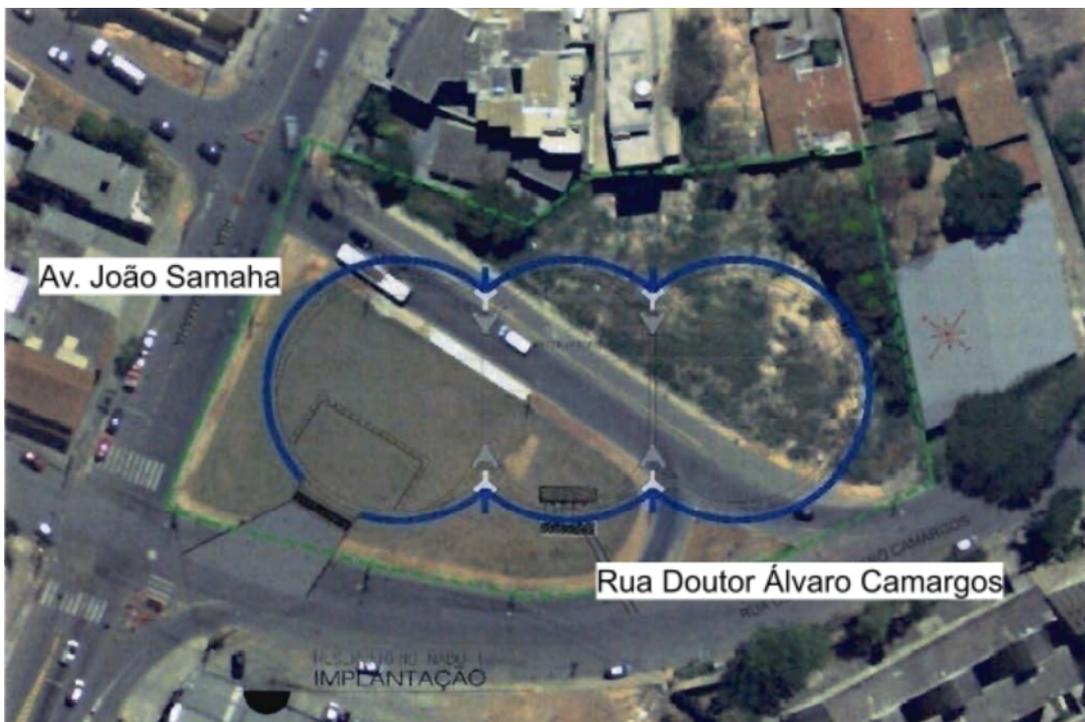
Fonte: Adaptado de SMOBI (2020a).

Figura 5.2 - Área de estudo na Av. Vilarinho com a projeção do reservatório



Fonte: SMOBI (2020b).

Figura 5.3 - Área de estudo na Av. João Samaha com a Rua Doutor Álvaro Camargos



Fonte: Adaptado de SMOBI (2020b).

5.2 Banco de dados

Para a realização desta pesquisa, foi utilizado base de dados secundário, os quais são: edital de licitação do projeto de drenagem na área de estudo, reportagens e notícias da Prefeitura de Belo Horizonte relacionadas ao andamento do projeto, bem como notícias de sites de relevância.

Os primeiros dados analisados foram os Processos Licitatórios da Secretaria Municipal De Obras e Infraestrutura (SMOBI) N° 009/2020 e 039/2020, uma vez que eles englobam as diretrizes para a realização das obras de otimização do sistema de macrodrenagem dos córregos Vilarinho, Nado e Ribeirão Isidoro. Sendo o primeiro processo as intervenções e serviços de construção da estrutura hidráulica de caixa de captação dos escoamentos superficiais no cruzamento do Ribeirão Isidoro. E o segundo, a instalação dos reservatórios profundos, que são denominados Vilarinho 2 e Nado 1 e para a atenuar as frequentes ocorrências de inundações na avenida Vilarinho e rua Doutor Álvaro Camargos, região de Venda Nova.

Vale destacar, que a Prefeitura de BH junto aos órgãos vinculados à SMOBI, são responsáveis por projetar, operar, acompanhar e supervisionar os serviços e obras de reurbanização, urbanização e edificações na cidade (SMOBI, 2020b). Justifica-se utilizar o processo licitatório, uma vez que ele é a base para o projeto e obra que estão ocorrendo na área de estudo.

Para a complementação da análise dos dados, buscou notícias e reportagens, de sites oficiais e confiáveis, como da Prefeitura de Belo Horizonte, Jornal o Tempo, Estado de Minas, Câmara Municipal de Belo Horizonte para entender as diretrizes do projeto, o seu andamento, o envolvimento e opinião da população. As notícias e reportagens são um meio de comunicação de fácil acesso uma vez que torna a linguagem científica rebuscada em uma linguagem passível de entendimento de um público leigo (BARBOSA, 2013; BERNA, 2010). Entende-se que as informações ambientais divulgadas em sites eletrônicos, quando confiáveis, são fundamentais para o exercício pleno da sociedade crítica e participativa, já que elas

traduzem para uma linguagem de fácil entendimento de assuntos que o povo muitas vezes não tem opinião por não compreender.

5.3 Análise da documentação focada nos projetos

Diante do contexto e histórico de inundações ocorridas nos últimos anos na região de Venda Nova e, além de ser uma área residencial, densamente ocupada e de grande importância para mobilidade urbana, com sistemas de transporte público de massa, como o BRT Move e o metrô, a Administração Municipal de Belo Horizonte direcionou seus esforços para a temática de minimização de riscos de inundação, particularmente no córrego Vilarinho, localizado na região Norte de Belo Horizonte (PBH, 2022a).

Introduzir intervenções na região para reduzir as inundações e alagamentos e gerir os potenciais risco são necessárias para conter as perdas materiais, a vida da população, bem como garantir a qualidade de vida da cidade (Hernandez e Szigethy, 2020).

A partir da busca de dados secundários, foi possível obter os editais de licitação SMOBI 009 e 039/2020, para obras de intervenção na área de estudo. Por meio do software *Voyant Tools*, foi criada a nuvem de palavras, com as 55 palavras que mais se repetem, para analisar quais são as principais motivações para a realização do projeto. Conforme a figura 5.4, é notório perceber que as 10 palavras que mais se repetiram foram: cidade (15), belo_horizonte (12), região (11), evento (10), Venda_Nova (8), Vilarinho (8), novembro (7), chuvas (6), córrego (6), sendo 2018, drenagem, intervenções e inundações todas com 5 repetições. Acredita-se que essas palavras foram citadas várias vezes por que um dos motivos das obras de intervenções na região da Vilarinho foi o evento de inundação que ocorreu em novembro de 2018.

o Ribeirão Isidoro. Assim, espera-se que essas propostas de obras atenuem os problemas de inundações e que atinjam suas capacidades máximas de escoamento da galeria, contribuindo para reter os volumes de água pluviais excedentes do sistema de macrodrenagem das proximidades, além disso, percebe-se que essas obras não transferem as vazões para um outro local a jusante e sim controla na fonte do problema (PBH, 2020c; SMOBI, 2018).

A partir dessas intervenções, estima-se que as bacias vão reter 30 milhões de litros de água, aproximadamente. A previsão de investimento para esta etapa foi de R\$ 40 milhões e o término é para o primeiro semestre de 2022.

Ressalta-se que é importante entender essa etapa da obra, mesmo não sendo a área de estudo, uma vez que ao conter e reter as vazões dos córregos Lareira e Marimbondo, conseqüentemente minimizará a quantidade de escoamento do córrego Vilarinho e reduzirá o risco de inundações na área de estudo (SMOBI, 2018). Para atenuar os problemas de enchentes, é necessário analisar as bacias e a região como um todo. Assim, reduzindo o escoamento concentrado do Córrego da Vilarinho, diminuiu a quantidade de água e, conseqüentemente, reduz o risco de inundações.

Segunda etapa

Denominada como a Caixa de Captação, a segunda etapa das obras de prevenção de inundações na região de Venda Nova, tem como foco a Avenida Vilarinho e a Rua Doutor Álvaro Camargos, que teve início em agosto de 2020. O projeto, que foi concluído em 03 de janeiro de 2022, implantou uma estrutura hidráulica de captação das águas superficiais na Avenida Vilarinho com Rua Doutor Álvaro Camargos e Rua Maçom Ribeiro, localizado no estreitamento do Ribeirão Isidoro. Aproximadamente R\$ 12,8 milhões foram gastos nesta etapa da obra (PBH, 2022b; SMOBI, 2020a).

A PBH justifica que as razões pelas quais as intervenções são necessárias nesta região são devido aos vários episódios de inundações que se prolonga em várias décadas, atrelado ao crescimento desordenado da região, intensifica a impermeabilização do solo e aumenta as vazões de pico (SMOBI, 2020a). Figura 5.5, mostra a área que foi implantado o projeto e a figura 5.6, mostra a finalização do projeto.

Figura 5.5 - Área de intervenção para a caixa de captação



Fonte: SMOBI (2020a).

Figura 5.6 - Caixa de captação finalizada na Av. Vilarinho e a Rua Doutor Álvaro Camargos



Fonte: SUDECAP (2022).

Segundo dados da SUDECAP, a implementação da estrutura de captação tem aproximadamente uma área de 2.500 m² e com um volume de 10 mil m³. Onde, o intuito da estrutura é drenar o excesso de água que escoar nas vias, para direcionar o escoamento naturalmente das águas para o córrego e conseqüentemente diminuir o risco de aumento da lâmina da água na área e o tempo de permanência dela sobre a pista. Caso ultrapasse o volume da caixa, a Defesa Civil e BHTrans realizam o acompanhamento do volume de água, assim farão as devidas sinalizações e, caso seja necessário, irão fechar o local e seu entorno (CMBH, 2021; PBH, 2021a).

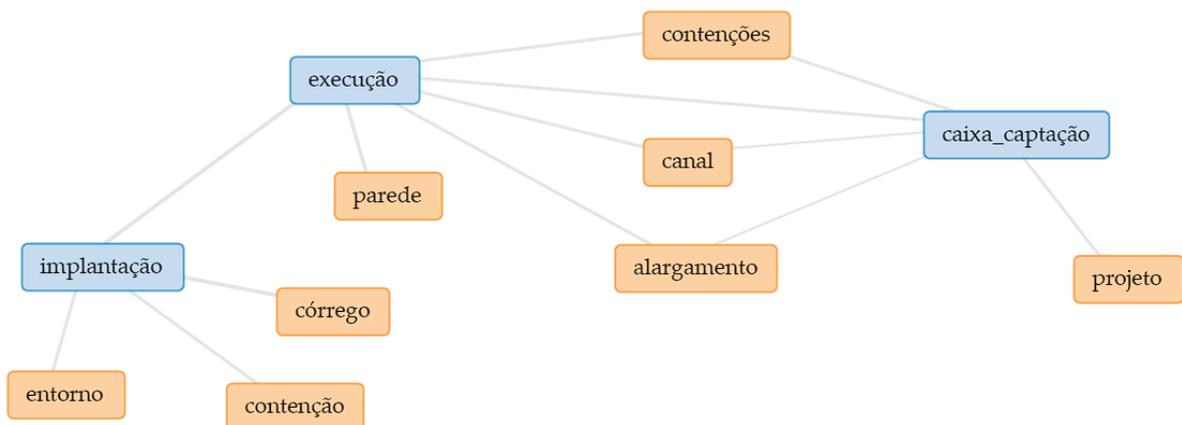
O projeto básico encontra-se descrito no processo licitatório SMOBI RDC 009/2020, que além de ser ter o edital de licitação, possui as diretrizes que a empresa contratada deve seguir:

- 1. Remanejamento de redes coletoras e interceptores de esgoto localizados às margens esquerda e direita do córrego do Nado, incluindo a implantação de sifão sob a galeria do mesmo córrego:*
- 2. Remanejamento de interferências com concessionárias conforme quantitativos previstos na planilha orçamentária:*
- 3. Execução de serviços preliminares, incluindo desvios de tráfego, demolições de pavimentos variados, inclusive bus-way, passeios e meios fios necessários a implantação da obra:*
- 4. Execução de mureta guia para implantação da parede diafragma;*
- 5. Execução de contenções laterais em parede diafragma, para conformação da caixa de captação e prolongamento do alargamento do canal de saída;*
- 6. Execução de viga de coroamento sobre as contenções;*
- 7. Escavação da caixa de captação nas profundidades conforme projeto;*
- 8. Demolição parcial da estrutura de galeria existente do córrego do Nado, em trecho interno à caixa de captação;*
- 9. Execução laje de fundo da estrutura em concreto armado, assente sobre camada de enrocamento e concreto de regularização, dotada de juntas de dilatação e drenos de alívio em toda a sua área;*

10. Execução de cobertura do alargamento do canal em vigas pré-moldadas conforme projeto, consolidadas por meio de capeamento;
11. Demolição da estrutura de galeria existente do córrego do Nado, sob a cobertura do alargamento do canal;
12. Implantação de guarda-corpo/contenção metálica no entorno da caixa de captação, conforme projeto;
13. Implantação de infraestrutura viária, incluindo pavimentação e sinalização, após conclusão da estrutura; e
14. Implantação de paisagismo.

Ao usar o software *Voyant Tools* com as diretrizes para o projeto básico da segunda etapa das obras da Vilarinho, os termos mais frequentes encontradas foram: execução (6); implantação (6); caixa de captação (4); córrego (4); estrutura (4); alargamento (3); canal (3); galeria (3); Nado (3); e projeto (3). A Figura 5.7 apresenta uma rede das palavras que estão ligadas entre si com maior frequência.

Figura 5.7 - Links de vínculos obtido a partir das diretrizes do projeto



Fonte: A autora (2022).

É possível observar que os 3 termos de maior destaque são exibidos em azul (execução, implantação e caixa de captação) e as co-ocorrências em laranja (contenções, canal,

alargamento, projeto, parede, córrego e entorno). Isso pode evidenciar que uma das soluções encontrada para execução das obras para contenção das enchentes na Vilarinho, foi a implantação de caixa de captação e o alargamento do canal. Frisa-se que para uma melhor otimização do *Voyant*, precisou adaptar “caixa de captação” para “caixa_captção”

A partir da análise comparativa com a figura 4.2, onde são apresentados os critérios para um projeto de drenagem urbana ser considerado sustentável, com os dados da segunda etapa do projeto de drenagem para otimização das enchentes da Vilarinho, percebeu-se que ele atende 55% dos critérios de sustentabilidade, sendo atendido os componentes 1, 2, 5, 7 e 8, conforme figura 5.8.

Figura 5.8 - Quadro Comparativo dos elementos do projeto que atende os critérios de sustentabilidade

Número do componente	Elementos	Elementos do projeto
Componente 1	Faixas de filtração	Sim
Componente 2	Valas de infiltração	Sim
Componente 3	Bacia de infiltração	Não
Componente 4	Bacias de retenção	Não
Componente 5	Bacias de detenção	Sim
Componente 6	Charcos artificiais ou Banhados construídos	Não
Componente 7	Trincheiras de filtração	Sim
Componente 8	Dispositivos de infiltração	Sim
Componente 9	Pavimentos permeáveis	Não
Componente 10	Telhados verdes	Não
Componente 11	Desenvolvimento de Baixo Impacto - LID	Não

Fonte: A autora (2022).

Segundo notícias do Estado de Minas (2022b), apesar do mês de janeiro iniciar com chuvas intensas, a obra da Av. Vilarinho, que foi finalizada no dia 03 de janeiro, conhecida caixa de captação, já apresentou eficiência, uma vez que a Defesa Civil de Belo Horizonte comunicou ao jornal do Estado de Minas que, no atual cenário de chuvas, não houve ocorrências de transbordamento na região.

Terceira etapa

Denominada como Grandes Reservatórios – Vilarinho, a terceira etapa, que teve início em abril de 2021, visa amenizar as inundações frequentes na Avenida Vilarinho e Rua Dr. Álvaro Camargos, com a construção de dois reservatórios profundos, denominados como Vilarinho 2 e Nado 1. Sendo cada um deles com capacidade de acumular cerca de 115 milhões de litros d'água e com aproximadamente 34 metros de profundidade. O investimento será de cerca de R\$ 124 milhões e a previsão da duração dessa obra é de 3 anos (PBH, 2021b).

Segundo apurado pelo jornal Estado de Minas e que criou um esquema para simplificar a explicação do projeto (Figura 5.9) e conforme o processo licitatório SMOBI 039/2020, a obra do reservatório Vilarinho II será realizada na avenida Vilarinho, próximo ao número 2.851, entre os bairros Cenáculo e Minas caixa. Já o Nado II será localizado no cruzamento da Rua Doutor Álvaro Camargos com a Avenida João Samaha (ESTADO DE MINAS, 2020; SMOBI, 2020b).

Figura 5.9 - Esquema das intervenções para amenizar enchentes na Av. Vilarinho

OBRAS EM VENDA NOVA

Intervenções da PBH contra chuva para tentar amenizar enchentes na Av. Vilarinho



Fonte: Arte/Soraia Piva/EM D.A Press (2020).

Uma pesquisa feita, em 2009, pela Companhia Brasileira de Projetos e Empreendimentos (COBRAPE), já indicava a demanda de ampliação do sistema de drenagem urbana existente na regional de Venda Nova, visto que havia insuficiência dos dispositivos existentes para condução adequada das águas pluviais (COBRAPE, 2009).

De acordo com os levantamentos feitos da SUDECAP em 2019, das características do sistema de macrodrenagem pertencentes a bacia hidrográfica dos Córregos Vilarinho, Nado e Ribeirão Isidoro, onde as principais galerias são a da Av. Vilarinho e da Rua Dr. Álvaro Camargos, foram considerados quais eram as estruturas hidráulicas existentes, os dados hidráulicos,

hidrológicos e de geometria e a partir das seções e declividades desses canais, obteve-se as seguintes capacidades hidráulicas (tabela 5.1):

Tabela 5.1 - Comparativa das capacidades hidráulicas das galerias com as vazões de cheias dos afluentes para tempo de retorno (TR) 100 anos

Local	Capacidade atual (m ³ /s)	Vazão de cheias para TR 100 anos (m ³ /s)
Galeria da Av. Vilarinho	47	209
Galeria do Ribeirão Isidoro	37	326
Galeria do Nado	110	538

Fonte: SUDECAP (2019).

Com base nestes resultados fica claro que atualmente com as galerias existentes não há capacidade suficiente do sistema para captar toda a água para chuvas de TR 100 anos e que há necessidade de aumentar o volume de armazenamento do escoamento superficial expressivo. Assim, a Administração pública entendeu que só um reservatório não iria resolver o problema de amortecer as cheias, por isso foi definida a construção de dois grandes reservatórios.

Dessa forma, as principais obras propostas consistem em dois grandes reservatórios subterrâneos um na Av. Vilarinho e outro na Rua Dr. Álvaro Camargos, com o objetivo de amenizar a sobrecarga das estruturas existentes e minimizar os impactos de inundações na região da confluência dos córregos Vilarinho e Nado.

A escolha do reservatório profundo e coberto, de acordo com a PBH, SMOBI e SUDECAP, deve-se pelas particularidades topográficas do local, uma forma de causar menor impacto no trânsito da região de Venda Nova, prazo de execução da obra, falta de espaço para inserção de uma bacia de retenção que operasse por gravidade, além do desejo da Administração Municipal para que não ocorresse muitas desapropriações devido às implicações socioeconômicas que poderiam ser geradas.

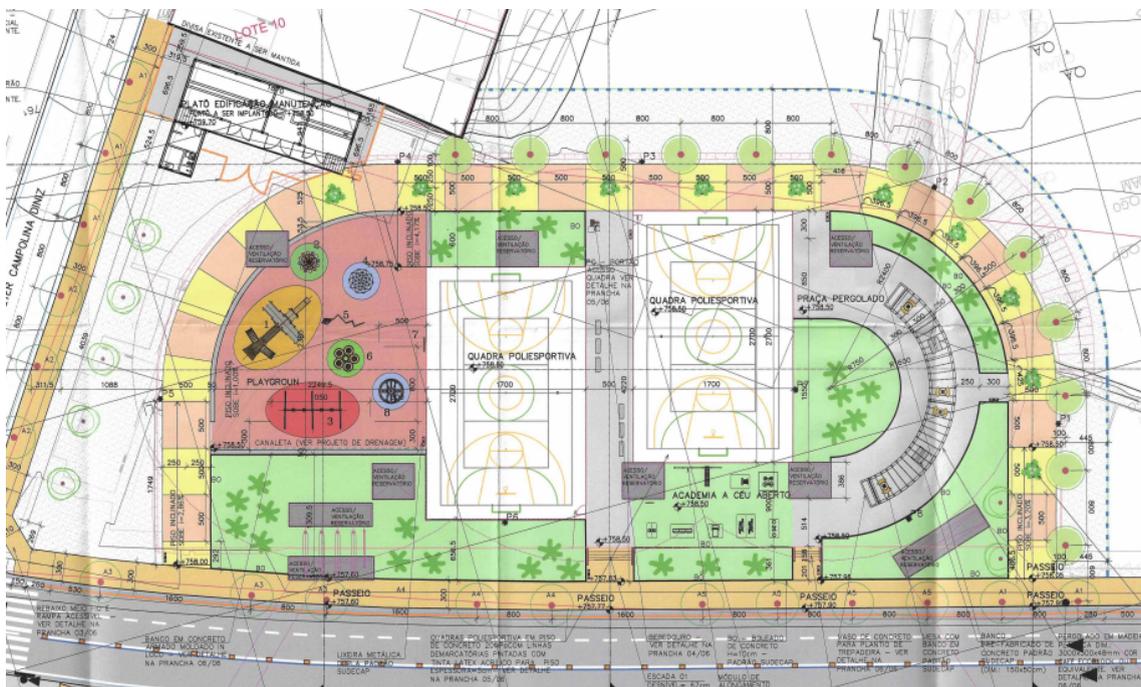
Outro ponto citado pela PBH, SMOBI e SUDECAP, para a escolha da estrutura, foi que a construção subterrânea possibilita preservar o meio ambiente, tanto pela proteção da vegetação e do meio natural quanto pelo efeito visual, oferecendo à sociedade um espaço de

entretenimento e lazer. Além disso, citaram que os benefícios desse tipo de obra, em certos fatores, são a economia de energia e de manutenção do sistema.

Foram avaliadas, pelos responsáveis técnicos da prefeitura, outras alternativas como solução do problema, por exemplo a instalação de bacias de detenção e túneis, porém os resultados obtidos foram inviáveis devido ao grande volume de água a ser represado e elevado grau de adensamento da localidade, que decorreria em várias desapropriações para a execução das obras. A projeção final do projeto é mostrada nas Figura 5.10 e Figura 5.11.

Conforme as figuras 5.10, 5.11 e 5.12, mostram com mais detalhes as estruturas que serão utilizadas no projeto. É possível perceber que serão utilizadas pavimentações drenantes que facilitam a infiltração da água, bem como, haverá arborização das vias urbanas e dos canteiros, com áreas de grande e médio porte e forração de gramas. Além disso, o projeto prevê a instalação de quadras poliesportiva e de tênis, academia da cidade a céu aberto, são meios de lazer e de bem-estar que podem melhorar a qualidade de vida da vizinhança.

Figura 5.10 - Projeção final do projeto na Av. Vilarinho



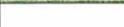
Fonte: SUDECAP e PBH: Projeto básico de paisagístico (2020).

Figura 5.11 - Projeção final do projeto na Rua Dr. Álvaro Camargos



Fonte: SUDECAP e PBH: Projeto básico de paisagístico (2020b).

Figura 5.12 - Legenda e especificações do projeto básico de paisagístico

LEGENDA	ITEM	ESPECIFICAÇÃO			QUANTITATIVO	
	01	PISO DRENANTE, HYDROMEDIA, MARCA LAFARGE OU EQUIVALENTE, NAS CORES VERMELHA E AMARELA, INSTALADO CONFORME ORIENTAÇÕES DO FABRICANTE.			739,00 m2	
	02	PISO EM MANTA EMBORRACHADA (DUPLA CAMADA - MACIO), COM ESPESSURA DE 80cm, COMPOSTO POR GRÃOS E RASPAS DE BORRACHA DE PNEU RECICLADO, IDEAL PARA PARQUES INFANTIS E PLAYGROUNDS, ATENUA QUEDAS DE 2,2 M, CONFORME PAGINAÇÃO DE PISO. MARCA "PISO LEVE" OU EQUIVALENTE.			493,00 m2	
	03	PISO DRENANTE, HYDROMEDIA, MARCA LAFARGE OU EQUIVALENTE, NA COR CINZA, INSTALADO CONFORME ORIENTAÇÕES DO FABRICANTE.			675,00 m2	
	04	QUADRAS POLIESPORTIVA E DE TÊNIS EM PISO EM CONCRETO USINADO, FCK = 20 MPA, BRITA 1, ARMADO COM TELA SOLDADA PLANA Q92, f 4,2MM, MALHA DE 20 cm (TIPO BEMATEL OU EQUIVALENTE) E ESPESSURA MÍNIMA FINAL DE 8,0 cm, JUNTAS A CADA 3m, PINTADA COM TINTA EMBORRACHADA À BASE DE RESINA EPÓXI			918,00 m2	
	05	PASSEIO EM CONCRETO MOLDADO "IN LOCO", CONFORME PADRÃO SUDECAP. INDICADO NO PROJETO DE OBRAS COMPLEMENTARES.			670,00 m2	
QUADRO DE ESPÉCIMES VEGETAIS						
LEGENDA	NOME POPULAR	NOME CIENTÍFICO	TIPO	PORTE / ESPAÇAMENTO	QUANTITATIVO	
	GRAMA ESMERALDA	<i>Arachis repens</i>	FORRAÇÃO	0,20m	1.016,00m2	
	GRAMA BATATAIS	<i>Paspalum notatum</i>	FORRAÇÃO	SEMENTES	1.382,00m2	
	TREPADEIRA JADE	<i>Strongylodon macrobotrys</i>	TREPADEIRA	5 MUDAS A CADA m2	3,15m2 = 16 UN	
	PAU FERRO	<i>Caesalpinia ferrea</i>	ÁRVORE	2,5m	15 UN	
	AROEIRA-MANSA	<i>Schinus molle</i>	ÁRVORE	2,5m	7 UN	
	PALMEIRA JERIVÁ	<i>Syagrus romanzoffiana</i>	PALMEIRA	2,5m	14 UN	
	PALMEIRA FÊNIX	<i>Phoenix roebelenii</i>	PALMEIRA	2,5m	28 UN	
LEGENDA	ITEM	NOME POPULAR	NOME CIENTÍFICO	TIPO	ESPAÇAMENTO	PORTE
		ARBORIZAÇÃO DAS VIAS URBANAS E CANTEIROS - ÁRVORE DE MÉDIO A GRANDE PORTE				
	A1	ABIU	<i>Lucuma sp</i>	ÁRVORE	ESPAÇADA 8x8m	2,5m
	A2	ASTRAPÉIA	<i>Dombeya wallichii</i>	ÁRVORE	ESPAÇADA 8x8m	2,5m
	A3	QUARESMEIRA ROXA	<i>Tibouchina grandiflora</i>	ÁRVORE	ESPAÇADA 8x8m	2,5m
	A4	ESCUMINHA AFRICANA	<i>Lagerstroemia speciosa</i>	ÁRVORE	ESPAÇADA 8x8m	2,5m
	A5	CÁSSIA AMARELA	<i>Cassia spectabilis</i>	ÁRVORE	ESPAÇADA 8x8m	2,5m
QUANTITATIVO					20 UN	

Fonte: SUDECAP e PBH: Projeto básico de paisagístico (2020).

Os projetos básicos executivos que foram propostos para as soluções do problema, cujo devem seguir, no mínimo, os seguintes componentes, conforme apresentado no SMOBI Nº 039/2020:

- a. Projeto Geométrico;
- b. Projeto de Terraplenagem;

- c. *Projeto de Canalização;*
- d. *Projeto de Drenagem;*
- e. *Projeto Geométrico de Contenção;*
- f. *Projeto Estrutural de Contenção;*
- g. *Projeto de Pavimentação;*
- h. *Projeto de Sinalização e Segurança Viária;*
- i. *Projeto Paisagístico;*
- j. *Projeto de Irrigação;*
- k. *Projeto de Estrutura de Concreto;*
- l. *Projeto Estrutural de OAE;*
- m. *Projeto de Estrutura Metálica;*
- n. *Projeto Elétrico;*
- o. *Projeto de Interseção Viária;*
- p. *Compatibilização de projetos de infraestrutura.*

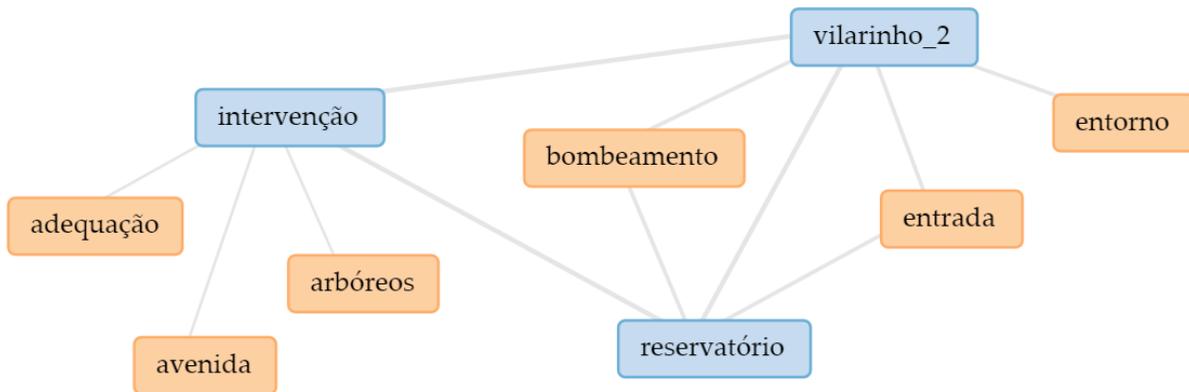
Mais especificamente, os serviços propostos e necessários para execução dessas obras da terceira etapa, são as seguintes (ENGESOLO, 2020 p. 18). Ressalta-se que será analisado só o reservatório “Vilarinho 2”, uma vez que é o foco do estudo e o outro reservatório pertence ao córrego do Nado:

1. *Reservatório "Vilarinho 2", reservatório profundo tipo poço, "off line" com um volume de 105.700 m³, em 03 poços secantes de 40 metros de diâmetro e profundidade de 34 metros;*
2. *Intervenções na Galeria de Macrodrenagem Existente do Córrego Vilarinho, para instalação da "Máscara", para direcionamento de parte da vazão de projeto para o Reservatório "Vilarinho 2";*
3. *Estrutura de Entrada do Reservatório "Vilarinho 2";*

4. *Sistema de Bombeamento para Esvaziamento do Reservatório "Vilarinho 2" - Composto por 04 Bombas Submersas e Tubulações de Recalque DN500mm;*
5. *Sistema de Limpeza do Reservatório "Vilarinho 2" - Composto por 01 Bomba Submersa e Tubulação de Recalque DNI100mm;*
6. *Galeria de Saída;*
7. *Remanejamento de Redes e Infraestrutura de Serviço Público Redes e Interceptores de Esgoto, Rede da GASMIG, Postes de iluminação Pública da BHIP, entre outras;*
8. *Recomposição do Pavimento das Vias Urbanas do Entorno do Reservatório "Vilarinho 2";*
9. *Urbanismo e Paisagístico da Praça Pública a ser implantada na Área de Intervenção Remanescente do Reservatório "Vilarinho 2";*
10. *Adequação para Revitalização do Canteiro Central da Avenida Vilarinho;*
11. *Implantação, Recuperação e Revitalização de Calçadas, Passeios, Sarjetas e Rebaixos de Meio-Fio na Área de Intervenção do Reservatório "Vilarinho 2";*
12. *Plantio dos Espécimes Arbóreos nas Calçadas e Passeios na Área de Intervenção do Reservatório "Vilarinho 2"; e*
13. *Implantação de Sinalização Horizontal e Vertical e dos Dispositivos de Segurança no Trecho de Intervenção da Avenida Vilarinho e nas demais Vias Urbanas do Entorno do Reservatório "Vilarinho 2"*

Ao aplicar o texto contendo os serviços propostos para implantação das obras do reservatório Vilarinho 2 no *Voyant Tools* observa-se que as palavras-chave são representadas em azul (Figura 5.13). Os termos mais relevantes são: reservatório (com 11 ocorrências), Vilarinho 2 (com 10 ocorrências) e intervenção (4 ocorrências).

Figura 5.13 - Ferramenta Links com o texto do projeto do reservatório Vilarinho 2



Fonte: A autora (2022).

Observa-se que a palavra intervenção está vinculada a reservatório, Vilarinho 2, adequação, avenida, arbóreos, enfatizando as adequações para a avenida com a implantação do reservatório Vilarinho 2 e arborização do ambiente. O termo reservatório está ligado à intervenção, Vilarinho 2, bombeamento e entrada, evidenciando as intervenções da “Vilarinho 2” com o sistema de bombeamento e estrutura de entrada. E a palavra Vilarinho 2 está vinculada à intervenção, reservatório, bombeamento, entorno e entrada, ressaltando a que além das estruturas citadas, o projeto considera a como elemento importante o entorno da obra.

A partir da análise comparativa com a figura 4.2, onde são apresentados os critérios para um projeto de drenagem urbana ser considerado sustentável, com os dados da terceira etapa do projeto para otimização das enchentes da Vilarinho, é notável que ele possui mais critérios de sustentabilidade do que a segunda etapa, com 77%, sendo assim pode ser considerado mais sustentável, pois atende só as componentes 1, 2, 5, 7, 8, 9 e 11 conforme a figura 5.14.

Além disso, o projeto vai proporcionar e contribuir para a integração de um ambiente vantajoso para a população local e beneficiar com novo visual paisagístico e arbóreo às áreas públicas. Assim esse projeto visa ultrapassar a função hidrológica, sendo mais ecológico e eficiente ao desempenhar mais de uma função e gerar mais estruturas para a cidade.

Figura 5.14 - Quadro comparativo dos elementos do projeto que atende os critérios de sustentabilidade

Número do componente	Elementos	Elementos do projeto
Componente 1	Faixas de filtração	Sim
Componente 2	Valas de infiltração	Sim
Componente 3	Bacia de infiltração	Não
Componente 4	Bacias de retenção	Não
Componente 5	Bacias de detenção	Sim
Componente 6	Charcos artificiais ou Banhados construídos	Não
Componente 7	Trincheiras de filtração	Sim
Componente 8	Dispositivos de infiltração	Sim
Componente 9	Pavimentos permeáveis	Sim
Componente 10	Telhados verdes	Não
Componente 11	Desenvolvimento de Baixo Impacto - LID	Sim

Fonte: A autora (2022).

5.4 Análise de ações e iniciativas com viés de cidade inteligente

Após mostrar as medidas estruturais das obras para conter as enchentes na área de estudo, foi feito um levantamento de outras medidas, tanto não estruturais quanto estruturais, que possam se enquadrar em ações que visam atingir o viés de cidade inteligente.

A Prefeitura de Belo Horizonte implantou o Sistema de Monitoramento Hidrológico, o qual está em operação desde 2011, sendo composto por 42 estações de monitoramento, subdivididas entre pluviométricas, fluviométricas e climatológicas que medem precipitação, nível d'água dos cursos d'água, temperatura, direção e velocidade do vento, dentre outras variáveis. Estas estações foram implantadas em pontos estratégicos da capital, com base na Carta de Inundações de Belo Horizonte. Os dados disponibilizados por esse Sistema subsidiam o desenvolvimento de estudos hidrológicos e hidráulicos, diagnóstico do sistema de

drenagem, além das ações da Defesa Civil do Município, dentre outras atividades. Dentre as 42 estações implantadas, 8 (oito) estão localizadas na bacia hidrográfica dos córregos Vilarinho, Nado e Isidoro (SIQUEIRA; AGUIAR; MOURA, 2013).

A PBH elaborou um Plano de Contingência para o enfrentamento de Desastres em Belo Horizonte, para os anos de 2020/2021, o qual tem por objetivo guiar, em eventos de desastre naturais ou antrópicos em BH, os atos de atenuação, prevenção, preparação, solução e recuperação. Essas ações foram elaboradas pelo Grupo Gestor de Risco e Desastre (GGRD) da PBH e foram planejadas com base *“nas ações recomendadas nos documentos emitidos pela Estratégia Internacional de Redução de Desastres da Organização das Nações Unidas - EIRD/ONU, sobretudo os Marcos de Hyogo e de Sendai”* (GGRD, 2020).

Para a área da Vilarinho, o GGRD elaborou um protocolo específico para a Av. Vilarinho, sendo ele apresentado a seguir:

“Ao longo da avenida e no encontro com as Rua Dr. Álvaro Camargos e Rua Padre Pedro Pinto. Quando o registro de chuva forte for acima de 10 mm (10min) ou acima de 18 mm (30min) nas estações E2/E6/E7 e o nível na estação E6/7 for classificado como amarelo (GGRD, 2020).”

Assim, quando o nível de chuva chegar a essas especificações, o Centro de Operações de Belo Horizonte (COP-BH), a Guarda Civil Municipal Belo Horizonte (GCMBH), a Empresa de Transportes e Trânsito de Belo Horizonte (BHTRANS) e a Subsecretaria de Proteção e Defesa Civil (SUPDEC), por meio da Diretoria de Meteorologia e Alerta de Riscos (DMAR) e da Coordenação Operacional, serão responsáveis pela supervisão das câmeras on-line para monitorar as questões meteorológicas e hidrometeorológicas da região. Paralelamente, atribui a essas instituições funções específicas para manter e garantir a qualidade e o funcionamento das ações para identificar situações de risco (GGRD, 2020).

Uma medida de prevenção são os alertas de risco, assim a PBH, investiu em ações e inovações para ampliar a quantidade dos alertas e atingir cada vez mais o maior número de pessoas para o enfrentamento do período chuvoso 2019/2020. Em uma entrevista ao Coronel Waldir Figueiredo, subsecretário municipal de Proteção e Defesa Civil, ressaltou que “os

alertas para a população são essenciais para a mitigação dos riscos”. Ainda, falou que foi firmada uma parceria com a Companhia Brasileira de Trens Urbanos (CBTU), onde haverá sistema de sons nas plataformas de metrô e nos vagões divulgando os alertas (PBH, 2019d).

A Defesa Civil mantém perfis no Twitter, Facebook, Instagram, para emissão de alertas. Em 2019 haviam mais de 190 mil pessoas cadastradas para receberem alertas via SMS. Há exibição de alertas em canais de TV por assinatura e como uma ação pioneira, firmaram uma parceria com o aplicativo *WAZE* (aplicativo móvel de GPS), onde ele indica alertas e bloqueios de via (PBH, 2019c).

Além disso, a PBH se preocupou em realizar ações conjuntas com os serviços públicos da Regional Venda Nova, a PBH, por meio da Coordenadoria de Atendimento Regional Venda Nova. Ações essas que fazem parte das medidas preliminares ao período chuvoso para minimizar os efeitos provocados pelas chuvas na avenida Vilarinho. Assim, a prefeitura, no ano de 2019, organizou ações para a limpeza da região, como em bocas de lobo, de outros sistemas de drenagem pluvial e de córregos e afluentes que deságuam no Vilarinho, Bem como, foram substituídas grelhas danificadas, ocorreu campanhas educativas com intuito de orientar moradores e comerciantes em relação ao itinerário da coleta dos resíduos domiciliar (PBH, 2019a). Essas ações são de extrema importância, pois o cruzamento de ações estruturais e não estruturais visam garantir e atingir uma drenagem urbana sustentável.

5.5 Proposições sustentáveis e tecnológica para a área

Uma pesquisa realizada pela Coordenação de População e Indicadores Sociais (COPIS), juntamente com representações do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), denominada Pesquisa Nacional de Saneamento Básico - PNSB 2008, onde fez um levantamento dos principais fatores agravantes das inundações e/ou alagamentos. A pesquisa utilizou dados de 5 anos, período entre 2004 a 2008. O resultado da pesquisa gerou 9 principais fatores agravantes, os quais são: dimensionamento inadequado de projeto, obstrução de bueiros/ bocas de lobo, obras inadequadas, ocupação intensa e desordenada do solo, lençol freático alto, interferência física no sistema de drenagem urbana, desmatamento, lançamento inadequado de resíduos sólidos e outros (IBGE, 2010b).

Ainda, a pesquisa do IBGE fez o levantamento por unidade da federação de quantas inundações e/ou alagamentos foram causados pelos fatores agravantes. A seguir, tabela 5.2, é apresentado o quantitativo de inundações e/ou alagamentos do Estado de Minas Gerais, por esses fatores:

Tabela 5.2 - Quantitativo de inundações e/ou alagamentos, em Minas Gerais, agravados por fatores

Fatores agravantes	Quantitativo de inundações e/ou alagamentos
Dimensionamento inadequado de projeto	130
Obstrução de bueiros/ bocas de lobo, etc.	174
Obras inadequadas	134
Ocupação intensa e desordenada do solo	154
Lençol freático alto	47
Interferência física no sistema de drenagem	57
Desmatamento	117
Lançamento inadequado de resíduos sólidos	130
Outros	66

Fonte: IBGE (2010b).

Diante de tudo que foi exposto no decorrer do trabalho e relacionando esses fatores, neste capítulo vão ser propostas ações/sistemas alternativos de drenagem urbana para complementar as intervenções feitas na área da mancha de inundação da Av. Vilarinho que podem contribuir para combater esses fatores agravantes.

Segundo Benini (2015), um sistema alternativo que poderia ser implementado na área, seria uma técnica compensatória, que visa diminuir a vazão de pico através de sua infiltração e/ou

distribuição temporal. Um exemplo seria a implementação de telhados verdes, que são uma cobertura vegetal, que usa processos impermeabilizados e de drenagem, sobre as estruturas dos telhados convencionais, passarelas ou guaritas, constituído basicamente por substratos, vegetação nativa, camadas drenantes e infiltrantes (CORRENT; LEHMANN, 2016; GAUDERETO; MATAR, 2012; TASSI *et al.*, 2014;).

Um estudo feito por Ribeiro e Nunes, em 2020, analisou o hidrograma de cheias após a simulação de implantação, em 100% das edificações, do sistema telhado verde nas edificações públicas e privadas da região do córrego Vilarinho, por meio do software ABC6. As simulações foram feitas para tempos de retorno (TR) de 2, 5, 10 e 50 anos em dois cenários, um considerando a situação hipotética com 100% das edificações com telhados verdes e a outra com situação atual da bacia. Os resultados mostraram que a maior redução no pico de vazão foi para o TR de 2 anos, com redução de 16,15% e que quanto maior o TR menor é o percentual de redução do pico de vazão.

Além disso, em outro estudo feito por Morais *et al.* (2021), onde fizeram uma pesquisa, com base em 33 publicações de artigos, obtiveram resultados positivos e de forma científica, que a técnica de telhados verdes contribui na atenuação das inundações urbanas. E, que com a complementação em conjunto com outras tecnologias verdes de sistemas de drenagem sustentável (SUDS) aumenta, consideravelmente, a eficácia na retenção e gestão das águas pluviais.

Outra alternativa que pode otimizar e atenuar as inundações e/ou alagamentos na Av. Vilarinho, seria a implementação de bueiros inteligentes. Geralmente, são dispositivos de drenagem urbana, que possuem problemas com entupimento, devido a fatores como a inadequação de resíduos sólidos nos bueiros, que cria pontos de alagamento em períodos chuvosos (SERRÃO *et al.*, 2013).

O bueiro inteligente é um dispositivo que possui um sensor remoto que emite alerta quando há alguma obstrução nos bueiros da rede de drenagem urbana, sendo estes interligados a uma rede de sensores monitorada em tempo real por uma central de informação (RIBEIRO *et al.*, 2014). De acordo com Righetto *et al.* (2009) a manutenção da limpeza dessas estruturas é recomendada pelo menos duas vezes no ano. Ou seja, o monitoramento remoto proporciona

uma gestão e otimização para a limpeza e manutenção dos bueiros entupidos, bem como garante maior assertividade no deslocamento preventivo, evitando um alagamento na área.

Segundo Investe SP (2020), um exemplo de cidade brasileira que já começou a implementar esse tipo de tecnologia é a cidade São Paulo, onde já foram instalados 500 bueiros com sensores remotos, que alertam quando precisa ser limpo, evitando o acúmulo de resíduos. Na capital mineira, no ano de 2019, um Projeto de Lei (PL) circulava na CMBH que previa a troca e/ou adaptação, de todos bueiros da cidade para bueiros inteligentes com tampa gradeada e cesta coletora de lixo, para minimizar os eventos de alagamentos das chuvas. Porém, a PL foi arquivada no mesmo ano, com o parecer da Comissão de Orçamento e Finanças Pública relatando que a PL não trazia a previsão de reserva orçamentária para sua implantação e execução (CMBH, 2019).

Ligado a isso, um outro dispositivo que poderia servir como alternativa, seria um robô com monitor de transmissão de imagens em tempo real, para diagnóstico interno das tubulações na rede de drenagem, de maneira preventiva para detectar obstruções, pontos de fissuras, ligações clandestinas e outros problemas (SANTOS; CARDELES, 2021).

Uma medida não estrutural, que pode ser considerada para contribuir na tomada de decisão da administração municipal, seria monitorar as postagens com algum conteúdo que possa ser identificado com indício de enchentes e/ou alagamentos, ou com “post com denúncias” de algum acúmulo de resíduos inadequado em uma boca de lodo. De acordo com Andrade *et al.* (2017), uma vantagem de acompanhar enchentes por redes sociais é que fornecem dados em grande escala territorial, filtrando postagens geolocalizadas pela localidade de uma determinada bacia hidrográfica de interesse, quase em tempo real, além de ser uma forma de complementar as informações oficiais, agregando nas análises da situação e na tomada de decisão.

6 CONCLUSÃO

Essa pesquisa estudou as questões ligadas à cidade inteligente, que por meio do entendimento do que é o planejamento ambiental e urbano, que visa atingir os vários aspectos da cidade e do papel da administração pública para tomada de decisão mais sustentáveis e inteligentes, podem contribuir para atingir uma drenagem urbana sustentável, onde drenagem é um conjunto de medidas que direciona as águas pluviais para um certo local, já a drenagem sustentável considera o espaço como todo da bacia e deve ser desenvolvida enquanto parte do sistema urbano, bem como ser planejada de forma integrada aos demais sistemas e serviços do município.

Nesses aspectos, escolheu uma área crítica no município de Belo Horizonte, MG para ser o foco do trabalho. A região da mancha de inundação da Av. Vilarinho vem sofrendo ao longo dos anos, diversos problemas relacionados a enchentes, alagamentos e inundações. Assim, esta pesquisa analisou os projetos e intervenções nesta área com base se poderiam ser consideradas ações sustentáveis e inteligentes. Além disso, ressalta-se que este trabalho teve foco na análise de ações que contribuem para a tomada de decisão da gestão pública no controle e minimização das inundações.

A partir da busca em documentos secundários, foi possível encontrar o projeto de para conter as enchentes na Avenida Vilarinho, que é denominado como “*Obras e serviços de otimização do sistema de macrodrenagem dos Córregos Vilarinho, Nado e Ribeirão Isidoro*”. Ele é dividido em três etapas: Córrego do Nado, Caixa de Captação e grandes reservatórios “Vilarinho 2” e “Nado 1”. Em resumo, essas intervenções prevê a construção de várias bacias de retenção e dois grandes reservatórios profundos para melhorar e amenizar o risco de inundações na bacia do Córrego da Vilarinho.

Ao analisar os serviços e estruturas das segunda e terceira etapas do projeto de drenagem urbana para otimização das enchentes da Vilarinho, percebe-se que a segunda etapa atende 55% dos critérios de sustentabilidade considerados por este trabalho, sendo atendido os componentes 1, 2, 5, 7 e 8, conforme figura 4.2. Já a terceira etapa pode ser considerada um

pouco mais sustentável, pois atende 77% e além de proporcionar área de lazer e gerar mais qualidade de vida para população.

Além das intervenções feitas pela PBH, SUDECAP e SMOBI analisadas neste documento e com a finalidade de melhoria de todo sistema de macrodrenagem e reduzindo os possíveis impactos a mancha de inundação da Av. Vilarinho, medidas mitigadoras estruturais e não-estruturais foram propostas para complementar as obras previstas e feitas na região.

A partir dos dados apresentados observa-se que a PBH já tem utilizados recursos inteligentes na gestão da cidade, indicando que a capital mineira está percorrendo o caminho da tecnologia e interação dos meios de comunicação e tecnológicos da cidade. Como os usos de redes sociais para emissão de alertas, as câmeras de olho vivo para o monitoramento, os sistemas de monitoramento hidrológico. Porém, é necessário que tais medidas sejam aprimoradas e estejam interligadas no planejamento inteligente da cidade, nas obras de sustentabilidade e que de fato contribuam efetivamente para combater as inundações, enchentes e alagamentos.

7 RECOMENDAÇÕES

É recomendável que os futuros trabalhos sejam voltados para aplicação e viabilidade econômica da implementação de tecnologias para conter as enchentes, inundações e alagamentos na mancha de inundação da Avenida Vilarinho. Como citado anteriormente, já existem algumas ferramentas que podem reduzir esse tipo de problemas, como os bueiros inteligentes, robôs com monitor de transmissão de imagens em tempo real, porém não foi o foco deste trabalho o avaliar o custo benefício da implementação dessas tecnologias.

Também recomenda que sejam desenvolvidos estudos que se aprofundem nos fatores para considerar o que torna uma cidade em cidade inteligente, com base na realidade brasileira. Assim, ações poderão ser estruturadas para atrelar as tecnologias na tomada de decisão para prevenir os problemas urbanos, em especial, os de enchentes, inundações e alagamentos.

8 REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND PROGRAMA SOLUÇÕES PARA CIDADES (ABCP). Programa Drenurbs: Uma concepção inovadora dos recursos hídricos no meio urbano Belo Horizonte - MG, 2013. Disponível em: https://www.solucoesparacidades.com.br/wp-content/uploads/2013/09/AF_DRENNURBS_WEB.pdf. Acesso em: 23 ago. 2021.

AGÊNCIA PAULISTA DE PROMOÇÃO DE INVESTIMENTOS E COMPETITIVIDADE (INVEST SP, 2020). Startup testa 500 bueiros inteligentes em São Paulo para minimizar alagamentos. São Paulo, 2020. Disponível em: <https://www.investe.sp.gov.br/noticia/startup-testa-500-bueiros-inteligentes-em-sao-paulo-para-minimizar-alagamentos/#:~:text=A%20Net%20Sensors%2C%20fundada%20pelo,lobo%20em%20toda%20a%20cidade>. Acesso em: 19 jan. 2022.

ALEXANDER, C.; ISHIKAWA, S.; SILVERSTEIN, M. **Uma linguagem de padrões: a pattern language**. Tradução: Alexandre Salvaterra. Porto Alegre: Bookman, 2013.

ALLWINKLE, Sam e CRUICKSHANK, Peter. Creating smart-er cities: an overview. *Journal of Urban Technology*, 18(2), 1-16, 2011. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1080/10630732.2011.601103>. Acesso em: 14 jun. 2021.

ANDRADE, Liza Maria Souza. **Conexão dos padrões espaciais dos ecossistemas urbanos: a construção de um método com enfoque transdisciplinar para o processo de desenho urbano sensível à água no nível da comunidade e da paisagem**. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade de Brasília. Brasília, 2014. Disponível em: <https://repositorio.unb.br/handle/10482/18042#:~:text=Maria%20Souza%20de-,Conex%C3%A3o%20dos%20padr%C3%B5es%20espaciais%20dos%20ecossistemas%20urbanos%3A%20a%20constru%C3%A7%C3%A3o%20de,de%20Bras%C3%ADlia%2C%20Bras%C3%ADlia%2C%202014>. Acesso em 14 jun. 2021.

ANDRADE, Sidgley Camargo, *et al.* "Geo-social media as a proxy for hydrometeorological data for streamflow estimation and to improve flood monitoring", *Computers and Geosciences*, v. 111, n. October 2017, p. 148–158, 2018. DOI: 10.1016/j.cageo.2017.10.010.

ARRAIS, Cristiano Alencar. A construção de Belo Horizonte e o projeto de memória de Aarão Reis. **Diálogos**, Maringá, v. 14, n. 3, p. 579-603, 2010. Disponível em: <https://repositorio.bc.ufg.br/bitstream/ri/13445/5/Artigo%20-%20Cristiano%20Alencar%20Arrais%20%20-%202010.pdf>. Acesso em: 17 ago. 2021.

ARREGUY, Cintia Aparecida Chagas; Ribeiro, Raphael Rajão *et al.*. **Histórias de bairros de Belo Horizonte**: Regional Venda Nova. Arquivo Público da Cidade de Belo Horizonte - APCBH e Associação Cultural do Arquivo Público da Cidade de Belo Horizonte - ACAP-BH, Belo Horizonte, 2008. 61 p. Disponível em: http://www.pbh.gov.br/historia_bairros/VendaNovaCompleto.pdf. Acesso em 07 jan. 2022.

BARBOSA, Francisco de Assis dos Reis. **Medidas de proteção e controle de inundações urbanas na bacia do rio Mamanguape, PB**. Dissertação (Mestrado) - Centro de Tecnologia, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2006.

BARBOSA, Marialva. História da comunicação no Brasil. Petrópolis, RJ: Vozes, 2013. Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/logos/article/view/19559>. Acesso em: 15 dez. 2021.

BASTOS, Patrícia Covre. **Efeitos da Urbanização sobre Vazões de Pico de Enchente**. Dissertação (mestrado em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal do Espírito Santo, Espírito Santo, 2009.

BELO HORIZONTE (Município). Constituição (1969). Lei nº 1747, de 9 de dezembro de 1969. Autoriza a constituição da Superintendência de Desenvolvimento Da Capital - SUDECAP. Belo Horizonte, MG, Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/a/mg/b/belo-horizonte/lei-ordinaria/1969/174/1747/lei-ordinaria-n-1747-1969-autoriza-a-constituicao-da-superintendencia-de-desenvolvimento-da-capital-su-decap>. Acesso em: 23 ago. 2021.

BELO HORIZONTE (Município). Constituição (2021). Decreto nº 17556, de 2 de março de 2021. Dispõe sobre a estrutura organizacional da Superintendência de Desenvolvimento da Capital.. Belo Horizonte, MG, Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/a/mg/b/belo-horizonte/decreto/2021/1756/17556/decreto-n-17556-2021-dispoe-sobre-a-estrutura-organizacional-da-superintendencia-de-desenvolvimento-da-capital>. Acesso em: 23 ago. 2021.

BENINI, Sandra Medina. **Infraestrutura verde como prática sustentável para subsidiar a elaboração de planos de drenagem urbana: estudo de caso da cidade de Tupã/ SP**. Tese –Programa de Pós-graduação em Geografia, Universidade Estadual Paulista “Júlio Mesquita Filho”, Presidente Prudente, 2015. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/123900/000831443.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 19 jan. 2022.

BERNA, Vilmar Sidnei Demamam. Desafios para a Comunicação Ambiental. REBIA – Rede Brasileira de Informação Ambiental. Niterói, 2010. Disponível em: <http://educomverde/2010/02/desafios-da-comunicacao-ambiental.html>. Acesso em: 15 dez. 2022.

BEZERRA, Cicero Aparecido e GUIMARÃES, André José Ribeiro. Mineração de texto aplicada às publicações científicas sobre gestão do conhecimento no período de 2003 a 2012. Perspectivas em Ciência da Informação. 2014, v. 19, n. 2 , pp. 131-146. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/1981-5344/1834>>. Epub 26 Set 2014. ISSN 1981-5344. <https://doi.org/10.1590/1981-5344/1834>. Acesso em: 25 ago. 2021.

BORSAGLI, Alessandro. **Qualquer semelhança não é mera coincidência: o destino dos rios urbanos que atravessam a capital**. Curral Dey Rei, Belo Horizonte, 2011. Disponível em:

<<http://curraldelrei.blogspot.com.br/2010/11/qualquer-semelhanca-nao-e-mera.html>>. Acesso em: 09 de jun. 2021.

BRASIL. [constituição (1988)]. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, Distrito Federal: Centro Gráfico, 1988. BRASIL. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 14 ago. 2021.

BRASIL. **Lei Federal 6.938, de 31 de agosto de 1981**. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm>. Acesso em: 14 de jul. 2021.

BRASIL. **Lei Federal 10.257 de 10 de julho de 2001**. Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/l10257.htm> Acesso em: 10 de jul. 2021.

BRASIL. MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. (org.). **O que são Cidades Inteligentes e Sustentáveis? Série: “O papel das cidades no uso da energia”**. Rio de Janeiro: Empresa de Pesquisa Energética, 2020. Disponível em: https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/Documents/IT1%20-%20O%20que%20sa%CC%83o%20Cidades%20Inteligentes_rev2020_10_30%20%282%29.pdf. Acesso em: 20 ago. 2021.

CANHOLI, Aluísio. **Drenagem urbana e controle de enchentes**. 2ª edição, Oficina de textos, São Paulo, 2014. Disponível em: <https://books.google.com.br/>. Acesso em: 24 ago. 2021.

CARVALHO, A. T. F.; GIRÃO, O. da S. e CABRAL, J. J. da S. P. Efeitos do revestimento de canal e impermeabilização do solo à dinâmica de inundação do Rio Arrombados – PE. **Revista Geociências**, v. 36, n. 1, 2017. p. 76-88.

CASSILHA, Gilda Amaral; CASSILHA, Simone Amaral. **Planejamento urbano e meio ambiente**. IESDE BRASIL SA, 2009.

CASTRO, Antônio Luiz Coimbra. **Manual de desastres: desastres naturais**. **Ministério da Integração Nacional**, Brasília, 2003. Disponível em: https://www.campinas.sp.gov.br/governo/secretaria-de-governo/defesa-civil/desastres_naturais_vol1.pdf. Acesso em: 23 ago. 2021.

CHRISTOFIDIS, H. V. **Drenagem Urbana Sustentável: Análise do uso do Retrofit**. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Sustentável) – Universidade de Brasília, Brasília, 2010.

CLIMATEMPO. **Belo Horizonte está tendo 19º janeiro mais chuvoso desde 1911**. Belo Horizonte, 2022. Disponível em: <https://www.climatempo.com.br/noticia/2022/01/13/belo-horizonte-esta-tendo-19o-janeiro-mais-chuvoso-desde-1911-3802>. Acesso em: 18 jan. 2022.

CMBH - Câmara Municipal de Belo Horizonte (CMBH, 2019). **Projeto de Lei 680/2018:** Autoriza a remodelação e adaptação de equipamentos públicos (bueiros e/ou "boca de lobo") para os chamados "bueiros inteligentes" no âmbito do Município de Belo Horizonte e dá outras providências. Pesquisar Proposições. Belo Horizonte, 2019. Disponível em: <https://www.cmbh.mg.gov.br/atividade-legislativa/pesquisar-proposicoes/projeto-de-lei/680/2018>. Acesso em: 19 jan. 2022.

CMBH - Câmara Municipal de Belo Horizonte (CMBH, 2021). **Obras da Vilarinho estão em fase final e têm potencial para evitar inundações**, 2021. Disponível em: <https://www.cmbh.mg.gov.br/comunica%C3%A7%C3%A3o/not%C3%ADcias/2021/11/obras-da-vilarinho-est%C3%A3o-em-fase-final-e-t%C3%AAm-potencial-para-evitar>. Acesso em: 15 jan. 2022.

COBRAPE - Companhia Brasileira de Projetos e Empreendimentos (COBRAPE, 2009). **Supervisão, elaboração de projetos básicos e executivos e serviços preliminares de obras de infraestrutura em apoio ao grupo executivo de áreas de risco e estudos de macrodrenagem das bacias dos córregos Vilarinho e 12 de outubro**, 2009. Disponível em: https://www.cobrape.com.br/det_portfolio.php?id=510. Acesso em: 15 jan. 2022.

CORRENT, L.; LEHMANN, P. Telhado verde: Da Babilônia aos dias atuais. In: Semana acadêmica - Faculdade Guarapuava. Paraná. 2016. p. 1-20. Disponível em: https://semanaacademica.org.br/system/files/artigos/artigo_telhado_verde.pdf. Acesso: 19 jan. 2022.

CRUZ, Marcus Aurélio Soares; SOUZA, Christopher Freire; TUCCI, Carlos EM. Controle da drenagem urbana no Brasil: avanços e mecanismos para sua sustentabilidade. **XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Anais**. São Paulo: Associação Brasileira de Recursos Hídricos-ABRH, 2007.

DEÁK, Csaba e SCHIFFER, Sueli Ramos (org.). O processo de urbanização no Brasil. São Paulo: EdUSP, 1999, p. 211-212.

DUARTE, Fábio. Planejamento Urbano. Curitiba: Editora Intersaberes, 2013. 200 p. Disponível em: <https://plataforma.bvirtual.com.br/Leitor/Publicacao/6037/pdf/0?code=mxsja5ECWGAQOW8CaWb2qtzyoYC//n/Bntr4Jazh98FHGZogPedKDovh79Et/hwdASOLCCHf2kAfx5ZBCNJ61g==>. Acesso em: 11 jul. 2021.

ENGESOLO - Engesolo Engenharia (ENGESOLO, 2020). Serviço técnicos de consultoria especializada na elaboração de estudos técnicos, anteprojetos e projetos básicos necessários à implantação das “Obras de mitigação das inundações recorrentes dos córregos Vilarinho, Nado e Ribeirão Isidoro para a etapa 1 - Período de retorno TR = 10 anos”. Memorial descritivo e justificado. Documento nº VU-PR001/20-RE-99-107-B. Belo horizonte, 2020.

ESTADO DE MINAS. Estado de Minas Gerais. **Valores, desapropriações e números:** saiba os detalhes das obras na Vilarinho, em BH, 2020. Disponível em:

https://www.em.com.br/app/noticia/gerais/2020/09/10/interna_gerais,1184348/saiba-os-detalhes-das-obras-na-vilarinho-na-regiao-de-venda-nova.shtml. Acesso em: 10 jan. 2022.

ESTADO DE MINAS. Estado de Minas Gerais. **Chuva:** BH tem alerta de temporais de 100mm até quarta (12/1). 2022a. Disponível em: https://www.em.com.br/app/noticia/gerais/2022/01/11/interna_gerais,1336851/chuva-bh-tem-alerta-de-temporais-de-100mm-ate-quarta-12-1.shtml. Acesso em: 15 jan. 2022.

ESTADO DE MINAS. Estado de Minas Gerais. **Após 'Piscinão', Vilarinho resiste aos temporais dos últimos dias,** 2022b. Disponível em: https://www.em.com.br/app/noticia/gerais/2022/01/11/interna_gerais,1336839/apos-piscinao-vilarinho-resiste-aos-temporais-dos-ultimos-dias.shtml?fbclid=IwAR1gML_9QrRQ3GGhObjXEr2mukcjsQvOi23DKeqjX1d8CdDvZwE2QS79Q5k. Acesso em: 15 jan. 2022.

FIDALGO, Elaine Cristina Cardoso, *et al.* **Crerios para a análise de métodos e indicadores ambientais usados na etapa de diagnóstico de planejamentos ambientais.** 2003.

FORGIARINI, Francisco Rossarolla; SOUZA, Christopher Freire; SILVEIRA, Andre Luiz Lopez da; SILVEIRA, Geraldo Lopes da; TUCCI, Carlos E. M. Avaliação de cenários de cobrança pela drenagem urbana de águas pluviais. XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, São Paulo, 2007.

FRANCO, M. A. R. Planejamento Ambiental para a Cidade Sustentável. 2a edição. Edifurb. Annablume, 2001, p. 21.

GAUDERETO, G. L.; MATAR, M. R. Aplicação da tecnologia de telhados verdes como meio de preservação e restauração da biodiversidade paulistana. 2012. In: Arquitetura, Ambiente e Desenvolvimento Sustentável. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo - AUT 0221 São Paulo, 2012. Disponível em: <http://www.fau.usp.br/arquivos/disciplinas/au/aut0221/Trabalhos%20finais%202012-1/Tetos%20verdes%20e%20biodiversidade.pdf>. Acesso em: 19 jan. 2022.

GERHARDT, T.E. *et al.* Métodos de pesquisa. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

GIRÃO, O. S. e CORRÊA, A. C. B. Progressos nos estudos de Geomorfologia fluvial urbana ao final do século XX. Geo UERJ n. 26, p. 245-269, 2015. Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/geouerj/article/view/10582>. Acesso: 11 jul. 2021.

GGRD - Grupo Gestor de Risco e Desastre (GGRD, 2020). Plano de contingência 2020/2021 para Enfrentamento de Desastres em Belo Horizonte. Prefeitura de Belo Horizonte. Belo Horizonte, 2020. Disponível em: https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/protecao-e-defesa-civil/boas-praticas/008_boas_praticas_eixo_plancon/001_boaspraticas_plancon_plano_contingencia_enfrentamento_desastres_belo_horizonte_mg.pdf. Acesso em: 18 jan. 2022.

GUEDES, André Luis Azevedo; SOARES, Carlos Alberto Pereira; RODRIGUEZ, Martius Vicente Rodriguez, *et al.* Smart Cities: Cidades Inteligentes nas Dimensões: Planejamento, Governança, Mobilidade, Educação e Saúde. **Freitas Bastos Editora**, 2020. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Andre-Luis-Azevedo-Guedes/publication/351273743_E_BOOK-SMART_CITIES-2020-UFF-UNISUAM-RBCIH/links/608ed65b92851c490fb0e712/E-BOOK-SMART-CITIES-2020-UFF-UNISUAM-RBCIH.pdf#page=24. Acesso em: 18 ago. 2021.

GUTIERREZ, Daniel. The Benefits of Becoming a Smart City. Inside Big Data. Portland, 2015. Disponível em: <http://insidebigdata.com/2015/10/25/the-benefits-of-becoming-a-smart-city/>. Acesso em: 19 jan. 2022.

HERNANDEZ, Luis Carlos e SZIGETHY, Leonardo. **Centro de Pesquisa em Ciência, Tecnologia e Sociedade do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea)**. Controle de Enchentes. Disponível em: <https://www.ipea.gov.br/cts/pt/central-de-conteudo/artigos/artigos/231-control-de-enchentes>. Acesso em: 10 jan. 2022

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo 2010. **Características da População e dos Domicílios - População residente por situação do domicílio**, 2010a. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9662-censo-demografico-2010.html?edicao=9749&t=destaques>. Acesso em: 19 ago. 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico – 2008**. Rio de Janeiro: IBGE, 2010b. 219 p. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv45351.pdf>. Acesso em: 19 jan. 2022.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). **Diagnóstico das Chuvas Ocorridas no Período de 08 a 10 de janeiro de 2022 em Minas Gerais**. 5º DISME - Belo Horizonte, 2022. Disponível em: https://portal.inmet.gov.br/uploads/notastecnicas/Nota_T%C3%A9cnica_chuvas_MG_08a10012022.pdf#page=1&zoom=auto,-100,842. Acesso em: 18 jan. 2022.

JUNIOR, Francisco; Amin, Angela; Braide, Eduardo; Cathedral, Haroldo *et al.*. Cidades inteligentes Uma abordagem humana e sustentável. Brasília: **Edições Câmara**, 2021. 378 p. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=sKwmEAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT5&dq=ISBN+978-65-87317-31-1&ots=o1zZRMrd-B&sig=J2LTZMub5IGqjKLLJFYq8BSkzQ#v=onepage&q=ISBN%20978-65-87317-31-1&f=false>. Acesso em: 20 ago. 2021.

LAURINI, R. Towards Smart Urban Planning through Knowledge Infrastructure. Diamante 2017, 75-80. Disponível em: <https://perso.liris.cnrs.fr/rlaurini/text/IARIA.pdf>. Acesso em: 19 ago. 2021.

LINARD, Pedro Arthur Ribeiro Gomes. **Drenagem compensatória e sua aplicação em uma área da UFRN**. Monografia (Bacharel em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal. 2017.

MARSAL-LLACUNA, Maria-Lluïsa; SEGAL, Mark Evan. The Intelligent Method (I) for making "smarter" city projects and plans; **Cities**, June 2016, Vol.55. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science>. Acesso em: 18 ago. 2021.

MIGUEZ, Marcelo Gomes; VERÓL, Aline Pires.; REZENDE, Osvaldo Moura. **Drenagem Urbana: do Projeto Tradicional à Sustentabilidade**. 1ª Edição, Elsevier, Rio de Janeiro, 2016, 384 p., (ISBN 978-85-352-7746-3).

MINISTÉRIO DAS CIDADES e INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS (Min. Cidades/IPT, 2007). Mapeamento de riscos em encostas e margens de rios. Brasília: **Ministério das Cidades; Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT**, 2007. Disponível em: <http://planodiretor.mprs.mp.br/arquivos/mapeamento.pdf>. Acesso em: 23 ago. 2021.

MINISTÉRIO DAS CIDADES. Manual para Apresentação de Propostas, 2007. Disponível em: <https://bibliotecadigital.seplan.planejamento.gov.br/bitstream/handle/iditem/203/ManualDrenagemUrbanaSustentavel2007.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 10 jun 2021.

MONTEIRO, Pablo Rhuan Ataide; MENDES, Thiago Augusto. Avaliação e diagnóstico de sistema de drenagem urbana consolidado. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 8, p. e961986516-e961986516, 2020.

MONTE-MÓR, Roberto Luís. Cidade e campo, urbano e rural: o substantivo e o adjetivo. O urbano e o regional no Brasil contemporâneo: mutações, tensões, desafios. Salvador: **EDUFBA**, p. 93-114, 2007.

MORA, Luca; BOLICI, Roberto; DEAKIN, Mark. The First Two Decades of Smart-City Research: A Bibliometric Analysis, **Journal of Urban Technology**, 2017. DOI: 10.1080/10630732.2017.1285123. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/10630732.2017.1285123?journalCode=cjut20>. Acesso em: 19 ago. 2021.

MORAIS, Bárbara Roberta et al. Os telhados verdes nas políticas ambientais e como medida mitigadora das inundações urbanas: uma revisão sistemática. **Labor e Engenho**, v. 15, p. e021018-e021018, 2021. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/labore/article/view/8663910/27717>. Acesso em: 16 jan. 2022

MORAIS, Edison Andrade Martins; AMBRÓSIO, Ana Paula L.. **Mineração de Textos**. Goiás: Instituto de Informática Universidade Federal de Goiás, 2007. 30 p. Disponível em: https://ww2.inf.ufg.br/sites/default/files/uploads/relatorios-tecnicos/RT-INF_005-07.pdf. Acesso em: 25 ago. 2021.

NASCIMENTO O. (2006) Apresentação da pesquisa do Pr. Nilo Nascimento Oliveira. UFMG- EHR. Impactos Socioculturais de Bacias de Detenção – Percepção Ambiental e de Risco 2003. **5^{as} Jornadas Franco-brasileiras de hidrologia urbana**. « Perception et mémoire du risque hydrologique », Paris, dezembro 2006.

NETO, Pedro de Souza Garrido *et al.* Sistemas de drenagem urbana sustentáveis no mundo e no Brasil. **Braz. J. of Develop.** Curitiba, v. 5, n. 10, p. 18743-18759 oct. 2019.

NUNES, Aline de Araújo. **Tendências em eventos extremos de precipitação na Região Metropolitana de Belo Horizonte**: detecção, impactos e adaptabilidade. 2018.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). World urbanization prospects – The 2018 Revision, 2018. Disponível em: <<https://population.un.org/wup/Publications/Files/WUP2018-Report.pdf>>. Acesso em: 20 ago. 2021.

PREFEITURA MUNICIPAL DE BELO HORIZONTE (PBH, 2009). **Carta de inundações de Belo Horizonte: Identificação de áreas potencialmente susceptíveis**. Região Norte, 2009. Disponível em: <https://prefeitura.pbh.gov.br/sites/default/files/estrutura-de-governo/obras-e-infraestrutura/2019/a.Norte%20F4A%20-%20G1%20ok.pdf>>. Acesso em: 14 jun. 2021.

_____. (PBH, 2012). Boa governança para gestão sustentável das águas urbanas. Programa DRENURBS. **ICLEI: Congresso Mundial**. 2012. Disponível em: <https://docplayer.com.br/7344140-Boa-governanca-para-gestao-sustentavel-das-aguas-urbanas-programa-drenurbs.html>. Acesso em: 23 ago. 2021.

_____. (PBH, 2017). **BH apresenta plano para implantação de “cidade inteligente”**, 2017. Disponível em: <https://prefeitura.pbh.gov.br/noticias/bh-apresenta-plano-para-implantacao-de-cidade-inteligente>. Acesso em: 22 ago. 2021.

_____. (PBH, 2018a). **BH se apresenta como destino inteligente na Smart City Business América**, 2018. Disponível em: <https://prefeitura.pbh.gov.br/noticias/bh-se-apresenta-como-destino-inteligente-na-smart-city-business-america>. Acesso em: 22 ago. 2021.

_____. (PBH, 2018b). **PBH apresenta programas com foco em inovação no Connected Smart Cities**, 2018. Disponível em: <https://prefeitura.pbh.gov.br/noticias/pbh-apresenta-programas-com-foco-em-inovacao-no-connected-smart-cities>. Acesso em: 22 ago. 2021.

_____. (PBH, 2018c). **Soluções testadas em laboratório instalado na sede da Prodabel chegam ao mercado**, 2018. Disponível em: <https://prefeitura.pbh.gov.br/noticias/solucoes-testadas-em-laboratorio-instalado-na-sede-da-prodabel-chegam-ao-mercado>. Acesso em: 24 ago. 2021.

_____. (PBH, 2019a). **Ações preventivas na avenida Vilarinho são intensificadas pela Prefeitura,** 2019. Disponível em: <https://prefeitura.pbh.gov.br/noticias/prefeitura-intensifica-acoes-preventivas-na-avenida-vilarinho>. Acesso em: 19 jan. 2022.

_____. (PBH, 2019b). **Obras nos córregos Lareira e Marimbondo contribuem com a prevenção de enchentes,** 2019. Disponível em: <https://prefeitura.pbh.gov.br/noticias/obras-nos-corregos-lareira-e-marimbondo-contribuem-com-prevencao-de-enchentes>. Acesso em: 07 jan. 2022.

_____. (PBH, 2019c). **Prefeitura amplia o envio de alertas preventivos para a população de BH,** 2019. Disponível em: <https://prefeitura.pbh.gov.br/noticias/prefeitura-amplia-o-envio-de-alertas-preventivos-para-populacao-de-bh>. Acesso em: 19 jan. 2022.

_____. (PBH, 2019d). **Prefeitura inova em parcerias e tecnologia para prevenção de enchentes,** 2019. Disponível em: <https://prefeitura.pbh.gov.br/noticias/pbh-inova-em-parcerias-e-vai-usar-tecnologia-na-prevencao-no-periodo-chuvoso>. Acesso em: 18 jan. 2022.

_____. (PBH, 2020a). **Belo Horizonte: Cidade Inteligente.** 2020. Disponível em: <https://prefeitura.pbh.gov.br/cidade-inteligente>. Acesso em: 22 ago. 2021.

_____. (PBH, 2020b). **Diretoria de Gestão de Águas Urbanas: DRENURBS.** 2020. <https://prefeitura.pbh.gov.br/obras-e-infraestrutura/informacoes/diretoria-de-gestao-de-aguas-urbanas/drenurbs>. Acesso em: 23 ago. 2021.

_____. (PBH, 2020c). **Prefeitura inicia intervenções para segunda etapa das obras da Vilarinho,** 2020. Disponível em: <https://prefeitura.pbh.gov.br/noticias/prefeitura-inicia-intervencoes-para-segunda-etapa-das-obras-da-vilarinho>. Acesso em: 07 jan. 2022.

_____. (PBH, 2021a). **PBH implanta caixa de captação para escoar as águas das chuvas na Vilarinho,** 2021. Disponível em: <https://prefeitura.pbh.gov.br/noticias/pbh-implanta-caixa-de-captacao-para-escoar-aguas-das-chuvas-na-vilarinho>. Acesso em: 15 jan. 2022.

_____. (PBH, 2021b). **Prefeitura conhece propostas para terceira etapa de obras da Vilarinho,** 2021. Disponível em: <https://prefeitura.pbh.gov.br/noticias/prefeitura-conhece-propostas-para-terceira-etapa-de-obras-da-vilarinho>. Acesso em: 10 jan. 2022.

_____. (PBH, 2022a). **Prefeitura de Belo Horizonte desenvolve ações preventivas às chuvas na capital,** 2022. Disponível em:

<https://prefeitura.pbh.gov.br/noticias/prefeitura-de-belo-horizonte-desenvolve-aco-es-preventivas-chuvas-na-capital>. Acesso em: 15 jan. 2022.

_____. (PBH, 2022b). **Prefeitura entrega obra de caixa de captação na Avenida Vilarinho, em Venda Nova**, 2022. Disponível em: <https://prefeitura.pbh.gov.br/noticias/prefeitura-entrega-obra-de-caixa-de-captacao-na-avenida-vilarinho-em-venda-nova>. Acesso em: 03 jan. 2022.

PBH, SMURBE e SUDECAP. Prefeitura De Belo Horizonte, Secretaria Municipal de Políticas Urbanas e Superintendência de Desenvolvimento da Capital (PBH, SMURBE e SUDECAP, 2008). Elaboração de projetos e serviços preliminares para obras de infraestrutura. Macrodrenagem da Bacia do Córrego Vilarinho e da Bacia do Córrego 12 de Outubro. PBH, 2008.

PIMENTEL, Thaís Velloso Cougo. Pampulha múltipla: uma região da cidade a leitura do Museu Histórico Abílio Barreto. **Museu Histórico Abílio Barreto, PBH**, 2007.

PREFEITURA DE TAQUARA. Plano estratégico de manejo de águas pluviais e prevenção de inundações urbanas de Taquara - RS: Zoneamento da planície de inundação, **RHAMA**, 2018. Disponível em: http://www.taquara.rs.gov.br/download_anexo/Zoneamento%20da%20Plan%C3%ADcie%20de%20Inunda%C3%A7%C3%A3o.pdf. Acesso em: 23 ago. 2021.

POMPÊO, Cesar Augusto. Drenagem urbana sustentável. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 5, n. 1, p. 15-23, 2000.

PORTAL BELO HORIZONTE. **Cidade Inteligente**, 2019. Disponível em: <http://portalbelohorizonte.com.br/negocios/cidade-inteligente>. Acesso em: 22 ago. 2021.

PORTO, R.L.L., 1995, Escoamento Superficial Direto, In: TUCCI, C.E.M., PORTO, R.L.L., BARROS, M.T. (org.). Drenagem Urbana, Coleção ABRH de Recursos Hídricos, vol. 5, Editora da Universidade, Associação Brasileira de Recursos Hídricos, Porto Alegre, 1998, pp 107-165.

REMAV - Redes Metropolitanas de Alta Velocidade. Apresentação. As Redes Metropolitanas de Alta Velocidade no Brasil. 2020. Disponível em: <https://memoria.rnp.br/remav/>. Acesso em: 20 ago. 2021.

REZENDE, Fernando. **Planejamento no Brasil: auge, declínio e caminhos para a reconstrução**. Texto para Discussão. Brasília, DF: CEPAL. Escritório no Brasil/IPEA, 2010.

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. Disponível em: <https://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/view/18126/14640>. Acesso em 16 de jan. 2022.

RIBEIRO, Silvia Aparecida; OLIVEIRA, Alexandre Maniçoba de; CARVALHO, Amauri Dias; KOFUJI, Sergio Takeo. Modelo conceitual de um sensor microcontrolado 3G para automação do controle de saturação de dispositivos de drenagem urbana (bueiro) aplicado a cidades inteligentes. In: 5º CONGRESSO CIENTÍFICO DA SEMANA TECNOLÓGICA, 2014, Bragança Paulista.

RIGHETTO, A. M.; MOREIRA, L.F.F.; SALES, T. E. A.. Manejo de Águas pluviais Urbanas. In: RIGHETTO, A. M.. Manejo de Águas Pluviais Urbanas (Coordenador). Rio de Janeiro: ABES, 2009. 396p.

RIZZON, Fernanda, BERTELLI, Janine, MATTE, Juliana, GRAEBIN, Rosani Elisabete, MACKE, Janaina (2017). Smart City: um conceito em construção. Revista Metropolitana de Sustentabilidade. Volume 7, no3. ISSN: 2318-3233. Disponível em: <https://bit.ly/2XaBKyt>. Acessado em 12 nov. 2019.

RODRIGUES, Arlete Moysés. O espaço urbano e as estratégias de planejamento e produção da cidade. In: PEREIRA, Elson Manoel. (Org.). **Planejamento urbano no Brasil: conceitos, diálogos e práticas**. Chapecó-Santa Catarina: Argos, 2013.

SAMUEL, P. R. S. Alternativas sustentáveis de tratamento de esgotos sanitários urbanos, através de sistemas descentralizados, para municípios de pequeno porte. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

SANTOS, Fernando; CARDELES, Vincenzo. Automação na drenagem urbana: Hoje x Futuro. In: III SIMPÓSIO NACIONAL DE GESTÃO E ENGENHARIA URBANA: SINGEURB, 2021, Maceió. **Anais[...]**. Porto Alegre: ANTAC, 2021.p. 531-537. Disponível em:<https://eventos.antac.org.br/index.php/singeurb/issue/view/14>. Acesso em: 19 jan. 2022.

SANTOS, Rozely Ferreira. **Planejamento ambiental: teoria e prática**. São Paulo: Oficina de textos, 2004. p. 28.

SANTOS, Rozely Ferreira, et. al. **Vulnerabilidade Ambiental: Desastres naturais ou fenômenos induzidos?**. Capítulo 8: Drenagem Urbana. MMA, Brasília, 2007.

SÃO PAULO (Estadual). Constituição (1971). Lei nº 7.688 de 30 de dezembro de 1971. Dispõe sobre a instituição do Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado do Município de São Paulo - PDDI-SP, e dá outras providências. São Paulo, SP. Disponível em: <http://legislacao.prefeitura.sp.gov.br/leis/lei-7688-de-30-de-dezembro-de-1971>. Acesso em: 14 ago. 2021.

SERRÃO, S. L.; LIMA, R. A. P.. Áreas alagadas em Macapá: estudo de caso Bairro do Araxá. *Biota Amazônia*, v.3, n.3, p.146-156, 2013. Disponível em: DOI:<http://dx.doi.org/10.18561/2179-5746/biotaamazonia.v3n3p146-156>. Acesso em: 16 jan. 2022.

SILVA, J. D. S. V.; DOS SANTOS, Rozely Ferreira. Zoneamento para planejamento ambiental: vantagens e restrições de métodos e técnicas. **Área de Informação da Sede-Artigo em periódico indexado (ALICE)**, 2004.

SILVEIRA, A. L. L. da. **Hidrologia Urbana no Brasil**, in: Drenagem Urbana – Gerenciamento, Simulação, Controle – ABRH e Editora da Universidade/UFRGS, p.8-25.1998.

SILQUEIRA, Rejane; AGUIAR, Ilda e MOURA, Priscila. Monitoramento hidrológico de Belo Horizonte: estudo de caso. XX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Associação Brasileira de Recursos Hídricos (ABRH). Rio Grande do Sul, 2013. Disponível em: https://abrh.s3.sa-east-1.amazonaws.com/Sumarios/155/ee22d767a66bf6a3f7801c4bb27db729_c75475c6df0e8a7b51696bdeb1a1950d.pdf. Acesso em: 18 jan. 2022.

SMOBI - Secretaria Municipal de Obras e Infraestruturas (SMOBI, 2018). **Regime diferenciado de contratações N° 012/2018 - SMOBI**. Execução das obras e serviços de tratamento de fundo de vale e controle de cheias na bacia do córrego do Nado – sub bacia do córrego Lareira e sub bacia do córrego Marimbondo. Disponível em: https://prefeitura.pbh.gov.br/sites/default/files/estrutura-de-governo/obras-e-infraestrutura/licitacoes/licitacoes_obras_rdc_0122018_EDITAL.pdf. Acesso em: 07 jan. 2022.

SMOBI - Secretaria Municipal de Obras e Infraestruturas (SMOBI, 2020a). **Regime diferenciado de contratações N° 09/2020 - SMOBI**. Otimização do sistema de macrodrenagem dos córregos Vilarinho, Nado e Ribeirão Isidoro - Obras e serviços de implantação da estrutura hidráulica de captação dos escoamentos superficiais (caixa de captação) no emboque do Ribeirão Isidoro. Belo Horizonte, 2020. Disponível em: <https://prefeitura.pbh.gov.br/sites/default/files/estrutura-de-governo/sudecap/files/Licitacoes2020/SMOBI009-2020/edital.pdf>. Acesso em: 15 dez. 2021.

SMOBI - Secretaria Municipal de Obras e Infraestruturas (SMOBI, 2020b). **Regime diferenciado de contratações N° 039/2020 - SMOBI**. Contratação de obras e serviços de otimização do sistema de macrodrenagem dos córregos Vilarinho, Nado e Ribeirão Isidoro (TR 10 anos) para a implantação dos reservatórios profundos Vilarinho 2 e Nado 1 e mitigação das inundações recorrentes na Av. Vilarinho e Rua Dr. Álvaro Camargos. Belo Horizonte, 2020. Disponível em: <https://prefeitura.pbh.gov.br/sites/default/files/estrutura-de-governo/sudecap/files/Licitacoes2020/SMOBI039-2020RDC/Novo-edital/EDITAL-CONSOLIDADO-CIRCULAR-1.pdf>. Acesso em: 15 dez. 2021.

SORAIA PIVA. Detalhes das apostas da Prefeitura de BH para resolver as enchentes em Venda Nova. 2020. **Foto: Arte/Soraia Piva/EM D.A Press**. Disponível em: https://www.em.com.br/app/noticia/gerais/2020/09/10/interna_gerais,1184348/saiba-os-detalhes-das-obras-na-vilarinho-na-regiao-de-venda-nova.shtml. Acesso em: 15 jan. 2022.

SOUZA, Vladimir Caramori Borges. Gestão da drenagem urbana no Brasil: Desafios para a sustentabilidade. **Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais**, v. 1, n. 1, p. 58-72, 2013.

SUDECAP - Superintendência de Desenvolvimento da Capital (SUDECAP, 2020). **Caderno de Encargos Sudecap**: Capítulo 19 Drenagem. 4ª Edição, 2020. Disponível em: https://prefeitura.pbh.gov.br/sites/default/files/estrutura-de-governo/obras-e-infraestrutura/Capitulo_19_R13.pdf. Acesso em: 23 ago. 2021.

SUDECAP - Superintendência de Desenvolvimento da Capital (SUDECAP, 2022). Prefeitura entrega obra de caixa de captação na Avenida Vilarinho, em Venda Nova, 2022. **Foto: Sudecap/Divulgação**. Disponível em: <https://prefeitura.pbh.gov.br/noticias/prefeitura-entrega-obra-de-caixa-de-captacao-na-avenida-vilarinho-em-venda-nova>. Acesso em: 03 jan. 2022.

SUDECAP - Superintendência de Desenvolvimento da Capital (SUDECAP, 2019). Parecer Técnico DPRO-SD. Disponível em: <https://prefeitura.pbh.gov.br/sites/default/files/estrutura-de-governo/sudecap/fileserver/Licitacoes2020/SMOBI039-2020RDC/Novo-edital/EDITAL-CONSOLIDADO-CIRCULAR-1.pdf>. Acesso em: 15 jan. 2022.

SUDECAP - Superintendência de Desenvolvimento da Capital (SUDECAP, 2005). **Principais locais e ocorrências de inundações em Belo Horizonte**. GGPD – Grupo Gerencial do Plano Diretor de Drenagem, 2005. Disponível em: http://www.rmbh.org.br/arquivos_biblioteca/PDDI_115.pdf. Acesso em: 27 dez. 2021.

SUDECAP e PBH - Superintendência de Desenvolvimento da Capital e Prefeitura de Belo Horizonte. **Projeto básico de paisagístico**: edital de licitação SMOBI 039/2020-RDC. Belo Horizonte, 2020. Disponível em: <https://prefeitura.pbh.gov.br/obras-e-infraestrutura/licitacao/regime-diferenciado-de-contratacao-039-2020>. Acesso em: 18 jan. 2022.

TASSI, R.; TASSINARI, L. C. da S.; PICCILLI, D. G. A.; PERSCH, C. G. Telhado verde: uma alternativa sustentável para a gestão das águas pluviais. *Ambiente Construído*, Porto Alegre, v. 14, n. 1, p. 139-154, jan./mar. 2014. ISSN 1678-8621 **Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído**. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ac/a/SLTzVMTPCbKMQxxTb37FzCr/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 24 ago. 2021.

TOMINAGA, L. K.; SANTORO, J.e AMARAL, R. **Desastres Naturais**: conhecer para prevenir, 1ª Edição, Instituto Geológico, Governo do Estado de São Paulo, 2009.

TUCCI, Carlos Eduardo Morelli. Drenagem Urbana. **Ciência e Cultura**, Gestão da Águas - Artigos, Vol. 55, nº 4, São Paulo, 2003. Disponível em: <http://rhama.com.br/blog/wp-content/uploads/2017/01/drenagem-urbana.pdf>. Acesso em: 23 ago. 2021.

TUCCI, Carlos Eduardo Morelli. Gerenciamento da drenagem urbana. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Editora da Universidade, Porto Alegre, vol. 7, 2002.

TUCCI, Carlos Eduardo Morelli. Inundações e Drenagem Urbana. 2017. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Editora da Universidade, Porto Alegre, 2017.

VILLAÇA, Flávio. Dilemas do plano diretor. **CEPAM. O município no século XXI: cenários e perspectivas**. São Paulo: Fundação Prefeito Faria Lima–CEPAM, p. 237-247, 1999.

WANG, M.; SWEETAPPLE, C.; FU, G.; FARMANI, R.; BUTLER, D. A framework to support decision making in the selection of sustainable drainage system design alternatives. **Journal of Environmental Management**, v. 201, p. 145-152, 2017.

WEISS, Marcos Cesar; BERNARDES, Roberto Carlos; CONSONI, Flávia Luciane. Cidades inteligentes como nova prática para o gerenciamento dos serviços e infraestruturas urbanas: a experiência da cidade de Porto Alegre. **Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v. 7, n. 3, p. 310-324, 2015.

ZUFFO, A. C. **Equações de chuvas são eternas?** In: Congresso Latino-americano de Hidráulica, XXI, São Pedro, 2004. Anais.. São Pedro: 2004. Disponível em: <<http://www.fec.unicamp.br/~zuffo/b407.pdf>>. Acesso em: 15 jan. 2022.

ZHOU, Q. A review of sustainable urban drainage systems considering the climate change and urbanization impacts, **Water**, v. 6, n. 4, p. 976-992. 2014.