

CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE MINAS GERAIS

DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL

GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AMBIENTAL E SANITÁRIA

ANÁLISE COMPARATIVA DOS CENÁRIOS ANTERIOR E  
POSTERIOR À INTERVENÇÃO DECORRENTE DO PROGRAMA DE  
RECUPERAÇÃO AMBIENTAL DE BELO HORIZONTE (DRENURBS)  
QUANTO ÀS MELHORIAS DE DRENAGEM URBANA E DAS  
CONDIÇÕES SÓCIO AMBIENTAIS.

Estudo de Caso: Córrego Primeiro de Maio

FERNANDA SCHNEIDER THEBIT

**Belo Horizonte**

**2018**

FERNANDA SCHNEIDER THEBIT

ANÁLISE COMPARATIVA DOS CENÁRIOS ANTERIOR E  
POSTERIOR À INTERVENÇÃO DECORRENTE DO PROGRAMA DE  
RECUPERAÇÃO AMBIENTAL DE BELO HORIZONTE (DRENURBS)  
QUANTO ÀS MELHORIAS DE DRENAGEM URBANA E DAS  
CONDIÇÕES SÓCIO AMBIENTAIS.

Estudo de Caso: Córrego Primeiro de Maio

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao Centro Federal de Educação  
Tecnológica de Minas Gerais como requisito  
parcial para a obtenção do título de  
Engenheiro Ambiental e Sanitarista.

Orientador: Prof. Msc. André Luiz Marques Rocha.

BELO HORIZONTE

2018

Thebit, Fernanda Schneider.

S---

Análise comparativa dos cenários anterior e posterior à intervenção decorrente do programa de recuperação ambiental de Belo Horizonte (Drenurbs) quanto às melhorias de drenagem urbana e das condições sócio ambientais. Estudo de Caso: Córrego Primeiro de Maio/ Fernanda Schneider Thebit. - Registro: 2018.

65 f. : il color; -- cm.

Orientador: Prof. Msc. André Luiz Marques Rocha.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação) – Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, 2018

1. Drenagem Pluvial. 2. Drenurbs. 3. Parque Primeiro de Maio. I. Thebit, Fernanda Schneider. II. Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais. III. Análise comparativa dos cenários anterior e posterior à uma intervenção decorrente do programa de recuperação ambiental de Belo Horizonte (Drenurbs) quanto às melhorias de drenagem urbana e das condições sócio ambientais.

CDD -----

FERNANDA SCHNEIDER THEBIT

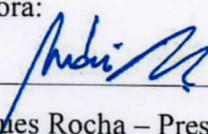
ANÁLISE COMPARATIVA DOS CENÁRIOS ANTERIOR E  
POSTERIOR À INTERVENÇÃO DECORRENTE DO PROGRAMA DE  
RECUPERAÇÃO AMBIENTAL DE BELO HORIZONTE (DRENURBS)  
QUANTO ÀS MELHORIAS DE DRENAGEM URBANA E DAS  
CONDIÇÕES SÓCIO AMBIENTAIS.

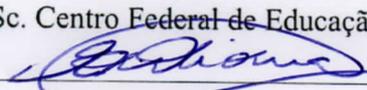
Estudo de Caso: Córrego Primeiro de Maio

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao Centro Federal de Educação  
Tecnológica de Minas Gerais como requisito  
parcial para a obtenção do título de  
Engenheiro Ambiental e Sanitarista.

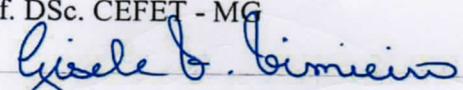
Data de aprovação: 25/06/18

Banca Examinadora:

  
\_\_\_\_\_  
André Luiz Marques Rocha – Presidente da Banca Examinadora  
Prof. MSc. Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais - CEFET MG

  
\_\_\_\_\_  
Evandro Carrusca de Oliveira

Prof. DSc. CEFET - MG

  
\_\_\_\_\_  
Gisele Vidal Vimierio

Prof. DSc. CEFET - MG

## RESUMO

FERNANDA SCHNEIDER THEBIT, *Análise comparativa dos cenários anterior e posterior à intervenção decorrente do Programa de Recuperação Ambiental de Belo Horizonte (Drenurbs) quanto às melhorias de drenagem urbana e das condições sócio ambientais. Estudo de Caso: Córrego Primeiro de Maio*. 2018. 65f. Monografia (Graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária) – Departamento de Ciência e Tecnologia Ambiental, Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2018.

O processo de urbanização de grande parte das cidades brasileiras ocorreu de forma despreocupada em relação aos recursos naturais, modificando o percurso dos cursos d'água para que se adaptassem ao desenho técnico desejado. Além disso, era interessante o escoamento mais rápido das águas pluviais a fim de levar com elas os resíduos das áreas mais altas evitando a disseminação de muitas doenças. Acontece que essas ações juntamente com a ocupação irregular das margens dos cursos d'água e deficiência nos sistemas de drenagem pluvial e esgotamento sanitário acabaram por transferir e ampliar os impactos negativos nos pontos mais baixos. Nesse sentido, tem sido buscadas formas de reservação das águas pluviais e retardamento do fluxo a fim de se minimizar os impactos mais a jusante. O presente trabalho consiste em um estudo de caso de uma obra realizada pelo Programa de Recuperação Ambiental e Saneamento dos Fundos de Vale e dos Córregos em Leito Natural de Belo Horizonte – DRENURBS, o qual objetivava realizar a despoluição de cursos d'água, redução de riscos de inundações, controle de produção de sedimentos, integração dos recursos hídricos à paisagem da cidade e teve como foco cursos d'água em leito natural ou apenas parcialmente canalizado. Dessa forma, após definição por uma das intervenções realizadas pelo programa, foram realizadas duas visitas técnicas que, com auxílio de relatórios técnicos e outras publicações com a mesma temática, resultaram em uma análise comparativa dos cenários anterior e posterior às obras. Como resultado, percebeu-se ser possível realizar obras de infraestrutura básica que atendam as necessidades das comunidades respeitando e protegendo os recursos hídricos. Percebeu-se também a importância de se realizar um bom planejamento considerando uma equipe técnica multidisciplinar e com participação pública e que englobe um processo de melhoria contínua considerando a análise de risco e formas de monitoramento e manutenções mais eficientes.

**Palavras Chave:** Drenagem pluvial, Drenurbs, Parque Primeiro de Maio.

## ABSTRACT

FERNANDA SCHNEIDER THEBIT, *Comparative analysis of the scenarios before and after an intervention resulting from the environmental recovery program of Belo Horizonte (Drenurbs) regarding improvements in urban drainage and socio-environmental conditions. Case study: Parque Primeiro de Maio*. 2018 65p. Monograph (Graduate) - Department of Environmental Science and Technology, Federal Center of Technological Education of Minas Gerais, Belo Horizonte, 2018.

The urbanization process of most cities in Brazil happened in a careless manner regarding the natural resources, modifying the water courses in order to adapt them to the desired technical design. Besides, it was interesting to have the rainwater flowing faster to take waste from the higher areas with them, avoiding the spread of many diseases. These actions together with the irregular occupation of the watercourses' banks and deficiency in the systems of storm drainage and sewage ended up transferring and amplifying the negative impacts at the lowest points. Thinking of these issues, rainwater reservoirs and flow retardation have been sought in order to minimize downstream impacts. The present paper consists of a case study of a work carried out by the Environmental Recovery and Sanitation Program of the Valley's Bottom and of the Streams in Natural Bed of Belo Horizonte - DRENURBS, which aimed to carry out the depollution of water courses, flood risk, sediment production control, integration of water resources into the city's landscape, and focused on natural or partially channeled water courses. Thus, after defining one of the interventions carried out by the program, two technical visits were carried out which, with the help of technical reports and other publications with the same theme, resulted in a comparative analysis of the scenarios before and after the work done in the site. As a result, it was realized that it is possible to carry out basic infrastructure works that meet the needs of communities respecting and protecting water resources. It was also noticed the importance of good planning considering a multidisciplinary technical team with public participation and that includes a process of continuous improvement considering the risk analysis and more efficient forms of monitoring and maintenance.

**Key-words:** Rain drainage, Drenurbs, Parque Primeiro de Maio.

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 PERFIL ESQUEMÁTICO DAS FORMAS FLUVIAIS DE UM RIO.....	15
FIGURA 2 ÁREAS CONTEMPLADAS PELO PROGRAMA DRENURBS COM DESTAQUE PARA AS BACIAS TRABALHADAS NA PRIMEIRA ETAPA. ....	20
FIGURA 3 PLANTA DO PARQUE PRIMEIRO DE MAIO.....	24
FIGURA 4 DADOS DE COMPORTAMENTO DE CHUVA E TEMPERATURA CONSIDERANDO OS ÚLTIMOS 30 ANOS OBSERVADOS. ....	27
FIGURA 5 LOCALIZAÇÃO DA BACIA DA PAMPULHA EM RELAÇÃO À BACIA DO RIBEIRÃO DO ONÇA. ....	28
FIGURA 6 SUBDIVISÃO DA BACIA PAMPULHA. ....	28
FIGURA 7 PAINEL DOS TIPOS DE SEMENTES ENCONTRADOS NO PARQUE PRIMEIRO DE MAIO. ....	30
FIGURA 8 PAINEL DE ENSINO SOBRE COLETA SELETIVA NA SALA DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL NO PARQUE PRIMEIRO DE MAIO. ....	30
FIGURA 9 PONTO MAIS A MONTANTE DO PARQUE, PRÓXIMO À ENTRADA DA RUA MARIA ORTIZ. ....	30
FIGURA 10 VISTA DO PONTO À MONTANTE DA BACIA DE DETENÇÃO. ....	31
FIGURA 11 EROSÃO LATERAL DA MARGEM DIREITA. ....	32
FIGURA 12 DETALHE DA EROSÃO LATERAL OBSERVADA. ....	32
FIGURA 13 VISÃO DAS EROSÕES LATERAIS EM AMBAS AS MARGENS. ....	32
FIGURA 14 VISTA DOS DEGRAUS E DA CONTENÇÃO DAS MARGENS DO CANAL ABERTO. ...	34
FIGURA 15 DETALHE DO ÚLTIMO DEGRAU LOGO NO FINAL DO TRECHO COM CONTENÇÃO DE MARGENS.....	34
FIGURA 16 VISTA DO CANAL ABERTO.....	34
FIGURA 17 MEIA CANA ENCONTRADA PRÓXIMO À PORTARIA DA RUA MARIA ORTIZ. ....	35
FIGURA 18 DETALHE DA MEIA CANA COM INDICATIVO DE FORMAÇÃO DE UM FORMIGUEIRO. ....	35
FIGURA 19 CAIXA COLETORA. ....	36
FIGURA 20 PONTO DE LANÇAMENTO DO FLUXO ADVINDO DA CAIXA COLETORA DA FIGURA 19. ....	36
FIGURA 21 MEIA CANA LOCALIZADA NO MURO DE DIVISA ENTRE O PARQUE E AS RESIDÊNCIAS VIZINHAS.....	37

FIGURA 22 DETALHE DA CAIXA COLETORA DESTAMPADA E COBERTA POR FOLHAS. ....	37
FIGURA 23 VISTA DE UMA CAIXA DE PASSAGEM.....	38
FIGURA 24 DETALHE DA CAIXA DE PASSAGEM DA FIGURA ANTERIOR. ....	38
FIGURA 25 VISTA DA NASCENTE.....	39
FIGURA 26 DETALHE DA NASCENTE DA FIGURA 25. ....	39
FIGURA 27 NASCENTE PRÓXIMO AO HERBANÁRIO.....	40
FIGURA 28 IDENTIFICAÇÃO DA NASCENTE DA FIGURA 27.....	40
FIGURA 29 LOCALIZAÇÃO DAS NASCENTES EXISTENTES NA ÁREA DO PARQUE PRIMEIRO DE MAIO.....	40
FIGURA 30 DISTRIBUIÇÃO DE MUDAS NO PARQUE PRIMEIRO DE MAIO. ....	41
FIGURA 31 TUBULAÇÃO CHEGANDO AO PARQUE NA MARGEM DIREITA DA BACIA DE RETENÇÃO. ....	42
FIGURA 32 SAÍDA DE TUBULAÇÃO.....	42
FIGURA 33 DETALHE DO ENROCAMENTO COM PNEUS VERIFICADO NA FIGURA 32.....	42
FIGURA 34 SEGUNDA TUBULAÇÃO COM SAÍDA NO MESMO PONTO DA FIGURA 32.....	44
FIGURA 35 VISTA DO FINAL DA RUA EVANGELISTA FERREIRA DINIZ COM IDENTIFICAÇÃO DE DUAS BOCAS DE LOBO.....	44
FIGURA 36 VISTA DA BARRAGEM PELA MARGEM ESQUERDA DA BACIA DE RETENÇÃO. ...	45
FIGURA 37 COMPORTA DE ENTRADA D'ÁGUA NA BARRAGEM. ....	46
FIGURA 38 CÓRREGO PRIMEIRO DE MAIO À JUSANTE DA BACIA DE DETENÇÃO.....	47
FIGURA 39 DETALHE DA PRESENÇA DE ESPUMA E SÓLIDOS SUSPENSOS NA FIGURA 38 ...	47
FIGURA 40 VISTA DO CÓRREGO PRIMEIRO DE MAIO À JUSANTE DA BARRAGEM COM A RUA PENÉLOPE AO FUNDO.....	47
FIGURA 41 CÓRREGO PRIMEIRO DE MAIO À JUSANTE DA BACIA DE DETENÇÃO NO DIA 15 DE JUNHO DE 2018.....	48
FIGURA 42 CÓRREGO PRIMEIRO DE MAIO À JUSANTE DA BACIA DE DETENÇÃO NO DIA 15 DE JUNHO VISTO DE CIMA.....	48
FIGURA 43 TUBULAÇÃO INDICADA COMO DE ESGOTO ADENTRANDO AO PARQUE.....	49
FIGURA 44 TUBULAÇÃO INDICADA COMO DE ESGOTO ADENTRANDO AO PARQUE E SENDO DIRECIONADA PARA O CÓRREGO. ....	49

FIGURA 45 SITUAÇÃO ANTES DO INÍCIO DAS OBRAS DO PROGRAMA DRENURBS. ....	50
FIGURA 46 SITUAÇÃO DA ÁREA ANTES DAS OBRAS DO PROGRAMA DRENURS. ....	50
FIGURA 47 IMAGEM DE SATÉLITE DA ÁREA DO PARQUE PRIMEIRO DE MAIO RETIRADA DO GOOGLE EARTH REFERENTE `NOVEMBRO DE 2002. ....	51
FIGURA 48 IMAGEM DE SATÉLITE DA ÁREA DO PARQUE PRIMEIRO DE MAIO RETIRADA DO GOOGLE EARTH REFERENTE AO ANO DE 2008 .....	51
FIGURA 49 IMAGEM DE SATÉLITE DA ÁREA DO PARQUE PRIMEIRO DE MAIO RETIRADA DO GOOGLE EARTH REFERENTE À JUNHO DE 2017. ....	52
FIGURA 50 INDICAÇÃO DO PONTO DE RECORRÊNCIA DE INUNDAÇÃO NO CRUZAMENTO ENTRE AS RUAS PENÉLOPE E JOANA D'ÁRC. ....	53

## **LISTA DE QUADROS**

QUADRO 1 VERIFICAÇÃO DAS MEDIDAS PROPOSTAS PELO PROGRAMA DRENURBS PARA A BACIA DO CÓRREGO PRIMEIRO DE MAIO.....	54
---	----

## **LISTA DE TABELAS**

TABELA 1 LOCAIS DE ESCOLHA DE IMPLANTAÇÃO DO PROJETO DRENURBS E RESPECTIVOS DADOS DE EXTENSÃO, ÁREA DE INFLUÊNCIA E POPULAÇÃO.....	20
--	----

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>12</b>
1.1. OBJETIVOS.....	13
1.1.1. <i>Objetivo Geral</i> .....	13
1.1.2. <i>Objetivos Específicos</i> .....	13
<b>2. REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>14</b>
2.1. PROCESSO DE URBANIZAÇÃO. ....	14
2.1.1. <i>Ocupação das margens e o Novo Código Florestal</i> .....	14
2.2. DRENAGEM PLUVIAL .....	16
2.3. HISTÓRICO DA DRENAGEM PLUVIAL .....	16
2.4. DRENAGEM EM BELO HORIZONTE .....	17
2.4.1. <i>Plano Diretor de Belo Horizonte</i> .....	17
2.4.2. <i>Plano Diretor de Drenagem Urbana (PDDU)</i> .....	18
2.4.3. <i>Programa de Recuperação Ambiental e Saneamento dos Fundos de Vale e dos Córregos em Leito Natural de Belo Horizonte – DRENURBS</i> .....	18
2.5. GESTÃO DE RISCO E SEGURANÇA. ....	21
2.6. MEDIDAS DE CONTROLE. ....	22
2.7. EROSÃO MARGINAL .....	23
<b>3. METODOLOGIA.....</b>	<b>24</b>
3.1. COLETA DE DADOS DA SITUAÇÃO PRÉVIA ÀS INTERVENÇÕES NA ÁREA DE ESTUDO... 24	24
3.2. DIAGNÓSTICO DA ÁREA DE ESTUDO. ....	24
3.3. COMPARAÇÃO DOS CENÁRIOS ANTERIOR E POSTERIOR AS OBRAS ASSIM COMO EM RELAÇÃO ÀS METAS DO DRENURBS. ....	25
3.4. PROPOSIÇÃO DE MEDIDAS DE MELHORIAS.....	25
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>26</b>
4.1. DIAGNÓSTICO DA ÁREA DE ESTUDO. ....	26
4.1.1. <i>Quanto ao clima</i> . ....	26
4.1.2. <i>Quanto à localização na bacia</i> . ....	27
4.1.3. <i>Quanto ao uso e ocupação do solo</i> . ....	29
4.1.4. <i>Situação atual</i> .....	29
4.2. COMPARAÇÃO DOS CENÁRIOS ANTERIOR E POSTERIOR À INTERVENÇÃO. ....	49

4.3. VERIFICAÇÃO DAS MEDIDAS PROPOSTAS PELO PROGRAMA DRENURBS PARA A BACIA DO CÓRREGO PRIMEIRO DE MAIO.....	53
<b>5. CONCLUSÃO.....</b>	<b>56</b>
<b>BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>58</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>62</b>
<b>ANEXO A – Mapa compilado da lei de parcelamento, ocupação e uso dos solos de Belo Horizonte, folha22.....</b>	<b>64</b>

## 1. INTRODUÇÃO

O processo de urbanização das grandes cidades ocorreu de modo geral sem preocupação com os elementos da paisagem natural. Rios muitas vezes foram considerados empecilhos para o traçado das ruas e dessa forma, eram canalizados e tinham seus leitos alterados para se adequarem ao desenho urbanístico. Além disso, o escoamento desses foi aproveitado para eliminar rapidamente os esgotos e outros detritos que poderiam vir a trazer doenças à população.

A impermeabilização do espaço urbano para construção de habitações e vias também alterou a paisagem e contribuiu para esse escoamento mais rápido da água das chuvas, uma vez que a capacidade de infiltração da mesma fora reduzida. Acontece que essas medidas que, por um lado se mostravam eficientes afastando mais rapidamente os detritos, acabam por originar outros problemas, como aumento das inundações nos pontos mais baixos.

Essa impermeabilização do solo, juntamente com a canalização dos corpos hídricos, acúmulo de lixo nas vias decorrentes muitas vezes do descarte inadequado do mesmo pela população, a inexistência de estruturas de drenagem pluvial, deficiências hidráulica e estruturais nos sistemas existentes e uma manutenção falha nos sistemas de drenagem, são algumas das causas dos constantes alagamentos nos períodos chuvosos (TRAVASSOS, 2012). Além de inundações, esses problemas também podem levar à contaminação do solo e de águas subterrâneas e superficiais, degradação estética da paisagem, danos ao patrimônio público e privado, deterioração da qualidade das águas e riscos à saúde (CARDOSO, 2008).

Diante desse cenário, existe a necessidade de propor medidas que busquem uma interação mais harmoniosa entre o arranjo espacial das cidades, seu desenvolvimento, suas atividades e serviços com o meio natural. Para isso, os planos e ações relativos ao saneamento básico se mostram de extrema importância, porém vale ressaltar que uma vez que a paisagem foi intensamente modificada, os mesmos não eliminarão os impactos como as inundações, mas poderão diminuir sua intensidade e suas respectivas consequências à comunidade (TRAVASSOS, 2012).

O Programa de Recuperação Ambiental e Saneamento dos Fundos de Vale dos Córregos de Leito Natural de Belo Horizonte, Drenurbs, é um caso de ação voltada aos problemas ambientais e sanitários, de forma integrada, com foco na bacia hidrográfica.

Durante o programa, foram realizadas obras de intervenção em bacias e sub-bacias previamente escolhidas com foco em cursos d'água em leitos naturais, objetivando sua despoluição, controle de riscos de inundação, controle de produção de sedimentos e integração do recurso hídrico à paisagem. Uma das obras realizadas pelo programa foi a criação do Parque Primeiro de Maio, no bairro de mesmo nome na região norte de Belo Horizonte. Nessa intervenção, que durou 18 meses, ocorreu a despoluição do curso d'água e sua integração à paisagem, proteção de nascentes, desapropriação de 16 famílias, entre outras ações descritas no decorrer do trabalho.

Nesse sentido, o presente trabalho visa analisar a obra realizada pelo Programa Drenurbs no bairro Primeiro de Maio, comparando os cenários anterior e posterior às intervenções realizadas.

## **1.1. Objetivos**

### **1.1.1. Objetivo Geral**

Realizar uma análise comparativa dos cenários anterior e posterior à interferência ocorrida em uma das bacias contempladas pelo programa Drenurbs considerando as melhorias de drenagem urbana e aspectos sócio ambientais do local.

### **1.1.2. Objetivos Específicos**

- Diagnosticar a área de estudo.
- Comparar os cenários anterior e posterior as obras.
- Propor melhorias

## **2. REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1. Processo de urbanização.**

Urbanização pode ser entendido como o aumento da população urbana em relação a população rural. No Brasil, esse processo ocorreu de forma mais acelerada a partir da década de 20. Nesse processo, um país que era majoritariamente rural e agrícola passou a ser considerado um país urbano e metropolitano (MARTINE, MCGRANAHAN, 2010). As grandes cidades não possuíam infraestrutura básica preparada para receber um alto fluxo de pessoas, cenário esse que ainda é verificado nas periferias com a falta de saneamento básico como coleta de esgoto e resíduos sólidos insuficiente, ineficácia dos sistemas de drenagem urbana e até mesmo dificuldade de acesso à terra e moradia (TAUIL, 2001).

Devido à essa dificuldade, houve o surgimento de assentamentos residenciais irregulares ou ilegais, muitas vezes nas margens dos rios. Essa ocupação das margens dos rios, mesmo ocorrendo de modo regular, respeitando as faixas de afastamento das margens previstas por lei podem causar impactos ao meio. Quando ocorre de modo irregular, esses impactos são mais intensos e podem ser observados por meio da poluição dos solos e das águas, desmatamento, enchentes e aumento dos processos erosivos (MACHADO, 2004).

Além disso, a falta de coleta dos resíduos sólidos, a deposição clandestina de resíduos em lotes vagos, também conhecida como bota fora irregular e o lançamento direto dos efluentes líquidos nos córregos, são práticas que levam desconforto à própria população por meio do mau cheiro e da poluição visual e até mesmo podendo prejudicar à saúde e segurança da mesma atraindo insetos, roedores e animais peçonhentos (Prefeitura Municipal de Belo Horizonte, 2018).

#### **2.1.1. Ocupação das margens e o Novo Código Florestal.**

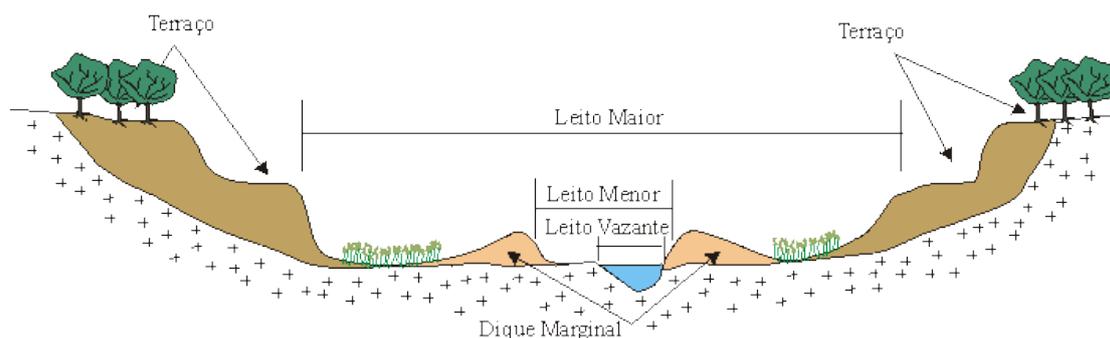
A Lei nº 12.651 de 25 de maio de 2012, que dispõe sobre a Proteção da Vegetação Nativa, também conhecido como o Novo Código Florestal, considera área de preservação permanente (APP) “área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas”, ou seja, as APP's tem função não somente em preservar o meio ambiente, mas também o bem-estar humano.

Dentre as áreas consideradas APP pela referida lei, pode-se citar áreas no entorno de nascentes e olhos d'água perenes, no raio mínimo de 50 metros, sendo essa delimitação necessária para a manutenção da quantidade e qualidade da água e garantia do sistema hídrico. (BRASIL, 2012). A importância das APP's relacionadas às margens dos cursos d'água, assim como as relacionadas às encostas e topos de morro deve-se à vulnerabilidade ambiental e riscos desses espaços os quais, a ocupação pode acarretar em comprometimento da segurança da população residente. Além disso, são conhecidos os transbordamentos dos rios, mesmo daqueles dotados de vegetação ciliar protetora, quanto mais daqueles sem a dita proteção (SCHÄFFER et al., 2011).

Os transbordamentos dos cursos d'água sempre ocorreram e são, na verdade, eventos naturais potencializados pela ação antrópica. Mas para abordar melhor esse tema, é necessário fazer a diferenciação de algumas expressões.

Um rio é constituído de leito vazante, leito menor e leito maior (Figura 1). O leito vazante é aquele no qual ocorre o escoamento das águas baixas acompanhando talvegue, linha de maior profundidade do rio, e está contido entre as margens do leito menor. O leito menor é composto pelo leito vazante e é bem delimitado pelas margens definidas pelos diques marginais. Nesse leito, devido ao escoamento frequente, não há crescimento de vegetação. Já o leito maior é aquele que contempla o leito menor e a planície de inundação (FONTES, 2010).

Figura 1 Perfil esquemático das formas fluviais de um rio.



Fonte: Reis, 2001.

Quando ocorre um aumento do nível de água no rio até as margens sem que o mesmo extravase, esse evento é denominado enchente, porém quando a vazão a ser escoada supera a capacidade de descarga da calha, a água extravasa e esse outro evento é denominado inundação. Ambos eventos, apesar de terem características naturais, sendo influenciados pelos regimes de chuva, período climático, são agravados pela ação do

homem, como mencionado anteriormente. Assim, a impermeabilização do solo à montante, deficiências no sistema drenagem pluvial e outras intervenções decorrentes do pensamento higienista o qual priorizava o escoamento mais rápido das águas pluviais, diminuem o tempo de concentração e conseqüentemente tanto enchentes quanto inundações passam a ser mais comuns e mais intensos (COOPERATIVA DE SERVIÇOS, 1999; GOERL e KOBİYAMA, 2005).

## **2.2. Drenagem pluvial**

A drenagem pluvial urbana está inserida no contexto do saneamento básico e pode ser entendida como a captação da água precipitada sobre uma determinada região e sua condução a um destino final, objetivando entre outras coisas a redução de alagamentos, conservação e preservação de vias de tráfego e preservação de várzeas (MIGUEZ; VERÓL; REZENDE, 2015)

A unidade de estudo de drenagem pluvial é a bacia hidrográfica. De acordo com Miguez, Veról e Rezende (2015), ao se tratar de drenagem pluvial, é importante considerar a bacia como um sistema integrado, é preciso levar em conta o processo de urbanização e o sistema de drenagem pluvial juntamente ao funcionamento da bacia.

Além disso, se faz importante conhecer outros fatores que influenciam diretamente nos eventos de enchentes e na drenagem pluvial como as informações climáticas da região, fatores ambientais, hidrológicos, hidráulicos e as condições sociais relativas à saúde, saneamento e inclusive questões políticas (CANHOLI, 2014).

De maneira geral, os sistemas de drenagem pluvial são constituídos por redes coletoras, elementos acessórios, compostos por câmaras de visita, sarjetas e sumidouros e instalações complementares como estações elevatórias, bacias de detenção, bacias de retenção (CARDOSO, 2008).

## **2.3. Histórico da drenagem pluvial**

Durante o período medieval havia uma forte preocupação em retirar rapidamente a água acumulada da chuva de áreas importantes para outras áreas. Desse modo, foram construídas grandes galerias pluviais, cursos d'água foram concretados e suas declividades foram aumentadas resultando em um incremento na velocidade de escoamento. Como consequência disso, ocorreram aumentos das inundações à jusante (TUCCI, 2003).

Ao perceber os grandes impactos a jusante, foram buscadas formas de retardamento dessa água realizando a reservação de água pluvial onde ela se precipita. Inicialmente, muitas cidades começaram a construir reservatórios para o armazenamento dessa água, porém, apenas essa medida não se mostrou suficiente para conter os impactos eliminando as inundações. Dessa forma, foi necessário pensar em outras alternativas como a realização de mapeamento de áreas de risco juntamente com a proibição de construção nas mesmas, criação de sistema de previsão e alerta à eventos de inundação, restauração de rios e integração dos mesmos à paisagem, manutenção de barragens, construção de reservatórios, entre outras (TRAVASSOS, 2012).

## **2.4. Drenagem em Belo Horizonte**

A concepção urbanística inicial da capital mineira desconsiderou o traçado original dos cursos d'água e os córregos e ribeirões foram canalizados de acordo com o traçado das vias de tráfego e funcionavam basicamente à recepção de esgotos. (PREFEITURA MUNICIPAL DE BELO HORIZONTE, 2016). Ao longo dos anos, com o avanço da urbanização, percebeu-se o estrangulamento dos fluxos em canais e galerias e conseqüentemente o aumento de inundações em função da canalização dos cursos de água e do lançamento de efluentes não tratados.

No ano de 1993, foi implantado em Belo Horizonte o Orçamento Participativo Regional (OP) o qual visava inserir os cidadãos da capital mineira na definição das prioridades da ação do governo municipal. Entre os projetos do programa, podem ser elencados, obras para abertura de sistemas viários, pavimentações, implantação de redes de drenagem pluvial, água e esgoto, entre outros. Até o início de 2018, 1067 empreendimentos foram entregues por meio do OP e 71 outros em andamento.

### **2.4.1. Plano Diretor de Belo Horizonte.**

O Plano Diretor é o documento que orienta a longo prazo o desenvolvimento e expansão urbana das cidades. Obrigatório para cidades com mais de 20 mil habitantes, é nele que se encontram os princípios, diretrizes e objetivos que irão orientar na elaboração de políticas públicas.

O Plano Diretor de Belo Horizonte foi instituído por meio da Lei 7.165 de 1996 e sofreu uma série de modificações ao longo dos anos. No Capítulo III, Seção II, a Subseção X trata da Política de Saneamento da capital mineira e no Artigo 27 são tratadas das diretrizes relativas à drenagem pluvial urbana.

Originalmente, estava previsto nesse capítulo a implementação de alternativas de canalização entre outras disposições. Em 2000, o mesmo capítulo sofreu algumas modificações por meio da Lei nº 8137, sendo que o parágrafo que trata de alternativas de canalização foi substituído de modo a prever alternativas com a mínima intervenção no meio ambiente natural. Além disso, outros parágrafos acrescidos tratam da inibição de ações que impliquem na expansão de áreas impermeáveis, do tratamento urbanístico e paisagístico nas áreas remanescentes de fundo de vale privilegiando as soluções de parques e a elaboração e implementação do Plano Diretor de Drenagem de Belo Horizonte.

#### 2.4.2. Plano Diretor de Drenagem Urbana (PDDU)

O Plano Diretor de Drenagem Urbana (PDDU) abrange os cursos d'água contidos no município, distribuídos nas bacias do Ribeirão Arrudas, Ribeirão do Onça, Ribeirão do Isidoro e afluentes diretos do Rio das Velhas e foi dividido em 4 fases. A primeira fase, concluída em 2001, consistia em no diagnóstico do sistema existente por bacia, cadastro de macro e microdrenagem e implantação do Sistema de Informações Geográficas. As fases seguintes englobavam campanha de monitoramento da qualidade das águas, medição pluviométrica, estudos para a gestão do sistema de drenagem pluvial, campanhas de controle de poluição dos corpos hídricos e estudo para operação otimizada do sistema.

Entre os produtos do Plano Diretor de Drenagem podem ser citadas novas premissas de gestão dos recursos hídricos, como a interação do sistema de drenagem com os demais serviços urbanos (coleta de lixo, esgotamento sanitário, controle de erosões, planejamento da ocupação do solo e estrutura viária), uma vez que os mesmos também interferem no ciclo da água no espaço e no tempo. Além disso, visa alternativas que não ampliem a cheia natural e a não transferência dos impactos entre bacias (PREFEITURA MUNICIPAL DE BELO HORIZONTE, 2010).

#### 2.4.3. Programa de Recuperação Ambiental e Saneamento dos Fundos de Vale e dos Córregos em Leito Natural de Belo Horizonte – DRENURBS

O Programa de Recuperação Ambiental e Saneamento dos Fundos de Vale e dos Córregos em Leito Natural de Belo Horizonte – DRENURBS, foi o primeiro programa implantado decorrente da segunda fase do PDDU e teve como premissa o tratamento integrado dos problemas sanitários e ambientais a nível da bacia hidrográfica. Entre os

objetivos do programa estão a despoluição de cursos d'água, redução dos riscos de inundações, controle de produção de sedimentos, integração dos recursos hídricos naturais à paisagem da cidade (SOLUÇÕES PARA CIDADES, 2013).

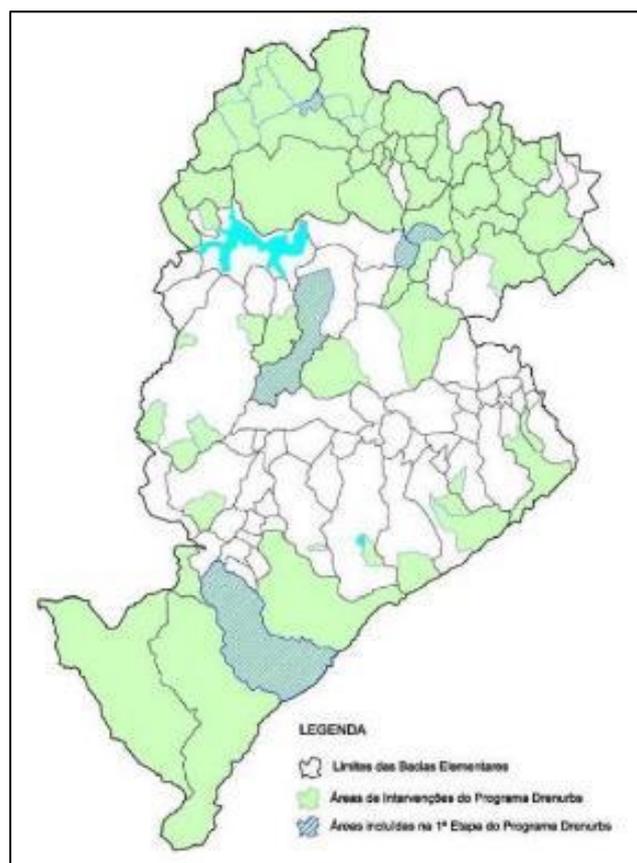
Ainda de acordo com Soluções para Cidades (2013), o programa foi uma parceria entre:

- Secretaria Municipal de Obras e Infraestrutura de Belo Horizonte,
- Sustainable Water Management Improves Tomorrow's Cities Health (SWITCH),
- Superintendência de Desenvolvimento da Capital (SUDECAP),
- Pesquisadores dos Departamentos de Engenharia Hidráulica e Recursos Hídricos (EHR) e de Engenharia Sanitária e Ambiental (DESA) da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

De acordo com o Plano de Saneamento de Belo Horizonte, atualizado em 2010, o município possui 673 quilômetros de cursos d'água sendo 26% revestidos. Os 500 km restantes de córregos e ribeirões se encontram em leitos naturais sendo que desses, 200 km situam-se na mancha urbana. Uma vez que já foi observado que a canalização dos leitos não tem trazido soluções para os problemas de falta de saneamento, além do maior custo dessa opção, consolidou-se uma nova concepção de intervenção no meio priorizando alternativas que visem preservar a condição natural dos leitos de escoamento.

Assim, o Programa Drenurbs contemplou apenas cursos d'água em leitos naturais e as áreas escolhidas para receber o projeto podem ser verificadas na Figura 2.

Figura 2 Áreas contempladas pelo Programa Drenurbs com destaque para as bacias trabalhadas na primeira etapa.



Fonte: Adaptado de Prefeitura Municipal De Belo Horizonte, 2017.

O programa foi dividido em etapas. Para a primeira etapa, contou-se com o agente financiador, o Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID), e um investimento de US\$ 138 milhões. Das áreas de intervenções do programa, foram selecionadas 5 bacias e sub-bacias para integrar a primeira etapa do programa e as mesmas estão listadas na Tabela 1 assim como a extensão dos córregos, da área de influência e a população beneficiada (AROEIRA, 2017).

Tabela 1 Locais de escolha de implantação do Projeto Drenurbs e respectivos dados de extensão, área de influência e população.

Local	Extensão (km)	Área de Influência (km <sup>2</sup> )	População Beneficiada (Hab)
Sub-bacia do Córrego 1º de Maio	0,44	0,48	2.983
Bacia do Córrego do Engenho Nogueira	2,81	6,00	19.428
Sub-bacia do Córrego Baleares	1,37	0,43	3.740
Bacia do Córrego Bonsucesso	22,60	11,92	34.210
Sub-bacia do Córrego da Av. Nossa Senhora Piedade	0,62	0,73	6.713

Fonte: Adaptado de Aroeira, 2017.

## 2.5. Gestão de risco e segurança.

Uma ferramenta muito importante no processo para evitar as inundações é a gestão de risco. Essa ação engloba toda e qualquer medida para reduzir os riscos para indivíduos, bens e estruturas e para a comunidade. Essas medidas podem ser tanto de caráter público como privado, geralmente são medidas de caráter não construtivo e pode incluir (URBAN DRAINAGE AND FLOOD CONTROL DISTRICT, 2016):

- Planejamento mestre;
- Concepção, construção e manutenção de instalações de controle de inundações;
- Preservação de várzea;
- Seguro contra inundações: seguro que visa cobrir gastos da recuperação dos danos causados pelas inundações;
- Educação Ambiental: programas com foco nas questões ambientais para melhorar o conhecimento e participação dos cidadãos;
- Sistemas de previsão e alerta de inundações: sistemas de monitoramento hidrológico em tempo real, com o intuito de prever chuvas e inundações e que deve estar ligado a programas de ações emergenciais.

Uma vez que os eventos de cheia e inundação dependem das condições climáticas, seria ideal antever os eventos chuvosos, porém os mesmos só podem ser previstos com antecedência de poucos dias ou horas. Assim, a previsão de cheias é dividida em dois tipos, a de curto prazo, ou tempo real e a de longo prazo. A primeira forma de previsão utiliza de sistema de coleta e transmissão de dados relativos a precipitação, nível ou vazão durante o evento. Já a previsão de longo prazo, utiliza de dados estatísticos considerando a série histórica de precipitação. Ela quantifica as chances de ocorrência de uma inundação sem determinar quando ocorrerá. Para isso, utiliza-se o chamado período de retorno (T) (BRASIL, 2006).

Para realizar o planejamento dos sistemas de drenagem, utiliza-se tanto as chuvas mais frequentes, com um período de retorno de 10 anos, até eventos maiores considerando um período de retorno de até 100 anos, a depender do nível de detalhamento com que se está trabalhando. Quando se trabalha com microdrenagem, ou seja, com os pavimentos das ruas, guias e sarjetas e galerias de águas pluviais de menor porte, utiliza-se um menor tempo de retorno na ordem de 10 anos. Já para os sistemas de macrodrenagem, geralmente

composto por estruturas de dimensões maiores, trabalha-se com um período de retorno maior.

## **2.6. Medidas de controle.**

Os problemas ocasionados pelas inundações podem ser tratados de duas maneiras, com medidas estruturais e/ou não estruturais. As medidas de caráter mais preventivo são as chamadas medidas não estruturais. Essas possuem um foco de prevenir, prever e alertar sobre os eventos de inundação e suas consequências. Relacionadas com a gestão de risco, englobam a legislação cabível vigente, o zoneamento das áreas de inundação, realocação da população residente em área de risco, seguro contra inundação e programas de Educação Ambiental.

As medidas estruturais, são aquelas que envolvem obras hidráulicas sobre a rede de drenagem. Podem ter como objetivos a aceleração do escoamento, como a realização das canalizações; o retardamento do fluxo por meio de reservatórios, ou o desvio de escoamento por meio de túneis de derivação e canais de desvio.

As medidas estruturais alteram o ambiente por meio de obras na bacia hidrográfica ou no rio, com o intuito de evitar as enchentes. Dessa forma, se tornam também mais onerosas para os cofres públicos e, em alguns casos, apenas transfere o problema para um ponto mais a jusante por quase sempre desconsiderar a bacia hidrográfica como objeto de planejamento, trabalhando de forma mais pontual (TUCCI, 2005).

Inseridas nas medidas estruturais, estão as medidas de controle na fonte que visam retardar ou diminuir o escoamento podendo atuar na infiltração, como os pavimentos permeáveis e valas de infiltração; no armazenamento das águas pluviais, no caso de bacias de detenção e de retenção, ou em ambos (SÃO PAULO, 2012).

No caso de armazenamento, os reservatórios podem ser dimensionados de forma a manter uma lâmina permanente de água, bacia de retenção, ou para secar após o uso podendo ser utilizadas para outras finalidades como campo de futebol e pista de skate nos períodos de seca e são as chamadas bacias de detenção. Quando a drenagem atravessa o reservatório, o mesmo é chamado *in-line*, porém quando é transferido para uma área de amortecimento apenas o excedente, o sistema é chamado de *off-line* (TUCCI, 2005).

## **2.7. Erosão marginal**

A erosão marginal é a destruição das margens de um rio, aumentando assim a largura do mesmo e contribuindo para o incremento de carga de fundo (CASADO et al., 2002).

Para controle desse processo, há algumas técnicas e inúmeros materiais a serem utilizados, o que pode influir nos custos da intervenção. Como opção que apresenta boa eficiência, porém é mais onerosa, é possível citar o uso de enrocamentos (HOLANDA; da ROCHA; OLIVEIRA, 2008). Essa técnica consiste em um maciço de pedras ou blocos de concreto, jogadas ou arrumadas, de dimensões compatíveis com a velocidade de escoamento, que tem por objetivo proteger as margens dos rios de processos erosivos (da SILVA; PIRES, 2007).

Outra forma de controle da erosão marginal, indicado principalmente quando a instabilidade do talude é grave é a utilização de gabiões. A tela utilizada para conter a barragem, devido a rugosidade, cria uma resistência ao escoamento, diminuindo assim a velocidade da água na lateral do rio. Por outro lado, nessa mesma tela e nas pedras acomodadas, podem ser retidos resíduos e material orgânico atraindo assim animais indesejáveis como ratos, baratas e escorpiões.

### 3. METODOLOGIA

O presente trabalho trata-se de uma pesquisa dedutiva, qualitativa, descritiva por meio de um estudo de caso do Parque Primeiro de Maio, localizado na região norte de Belo Horizonte e construído em consequência do Programa Drenurbs.

#### 3.1. Coleta de dados da situação prévia às intervenções na área de estudo.

Por meio de consultas à relatórios da Prefeitura de Belo Horizonte e outros trabalhos realizados sob a temática do Drenurbs e do Parque Primeiro de Maio, buscou-se pelos problemas existentes no local antes do início das intervenções.

#### 3.2. Diagnóstico da área de estudo.

Foram coletadas informações a respeito da área de estudo por meio de fontes digitais confiáveis, como os laudos realizados para o Programa Drenurbs e outras publicações tiradas de jornais, congressos e revistas. Essas informações englobam dados de clima, localização e uso e ocupação do solo. Além disso, foram realizadas duas visitas técnicas ao Parque Primeiro de Maio tendo sido a primeira realizada em 28 de abril de 2018, no período da manhã e a segunda no dia 15 de junho de 2018, no período da tarde.

Para auxiliar na atividade e guiar para os pontos mais importantes, foi impressa a planta do Programa Drenurbs (Figura 3). Com auxílio de um aparelho celular foram tiradas fotografias do local, utilizadas nas etapas subsequentes do presente trabalho.

Figura 3 Planta do Parque Primeiro de Maio.



Fonte: Adaptado de Prefeitura Municipal De Belo Horizonte.

Durante as visitas, foram observados a existência e condições dos dispositivos de drenagem, a manutenção e conservação da área, a proximidade da comunidade com o local e os aspectos visuais do curso d'água.

Também buscou-se a Fundação de Parques Municipais e Zoobotânica, instituição que administra e mantém 75 parques em Belo Horizonte, incluindo o Parque Primeiro de Maio. Na fundação, conversou-se com o gestor responsável pelo parque estudado no presente trabalho, Fábio Silvestre.

### **3.3. Comparação dos cenários anterior e posterior as obras assim como em relação às metas do Drenurbs.**

Com base nas caracterizações realizadas nas etapas anteriores foi possível comparar os cenários anterior e posterior às intervenções realizadas no local. Também utilizou-se da ferramenta de série histórica do programa Google Earth.

### **3.4. Proposição de medidas de melhorias.**

Tendo como base a etapa anterior do presente trabalho, foram propostas e analisadas medidas de intervenções com o intuito de melhorar a drenagem pluvial na área, diminuindo os eventos de inundações e seus impactos à população e ao meio ambiente.

## **4. RESULTADOS E DISCUSSÕES**

O projeto previsto para o córrego 1º de maio tinha como estimativa atender a 3.000 habitantes, desapropriando 16 famílias. As obras tiveram duração de 18 meses, iniciando em janeiro de 2007 e sendo finalizadas em abril do ano seguinte.

Com relação às propostas do Programa Drenurbs para a área do córrego Primeiro de Maio, as intervenções na área incluíam:

- Implantação do Parque Urbano 1º de Maio;
- Proteção de nascentes;
- Contenção das margens;
- Implantação de redes coletoras e interceptores de esgoto;
- Tratamento de focos erosivos;
- Pavimentação de vias;
- Implantação de sistema de drenagem e melhoria do já existente;
- Recomposição e tratamento de taludes;
- Implantação de bacia de retenção com barragem;
- Implantação do programa de Educação Ambiental;
- Mobilização social junto à comunidade.

O Parque Ecológico Primeiro de maio, foi construído em uma área aproximada de 33,5m<sup>2</sup> em um terreno baldio com esgoto a céu aberto, localizado em uma área de preservação ambiental.

### **4.1. Diagnóstico da área de estudo.**

#### **4.1.1. Quanto ao clima.**

O clima de Belo Horizonte pode ser classificado como Tropical de Altitude, caracterizado por verões chuvosos e invernos secos (MEYER et al., 2004). Como pode ser verificado na Figura 4, que trata de uma compilação de dados do comportamento de chuvas e temperaturas de um período de 30 anos observados, a temperatura média anual na cidade é 20,5°C e a pluviosidade média anual é de 1430 milímetros, sendo que o período chuvoso compreende os meses de outubro à março do ano subsequente.

Figura 4 Dados de comportamento de chuva e temperatura considerando os últimos 30 anos observados.



Fonte: Adaptado do site ClimaTempo (2018)

A compreensão desses dados pluviométricos é de essencial importância para a realização das obras de saneamento e sua manutenção, uma vez que a precipitação pode atrapalhar o andamento das obras, além de carrear ainda mais sedimentos nessas situações para os corpos d'água. Além disso, as manutenções e limpezas dos sistemas de drenagem devem ser planejadas principalmente tendo em vista o final do período de seca e início do período chuvoso, a fim de preparar as estruturas para receber os volumes de chuva esperados.

#### 4.1.2. Quanto à localização na bacia.

O córrego Primeiro de Maio é afluente da margem esquerda do Ribeirão Pampulha, que por sua vez é um afluente da margem esquerda do Ribeirão do Onça. Assim, o córrego é pertencente à bacia elementar do Ribeirão Pampulha, juntamente a outros 43 córregos.

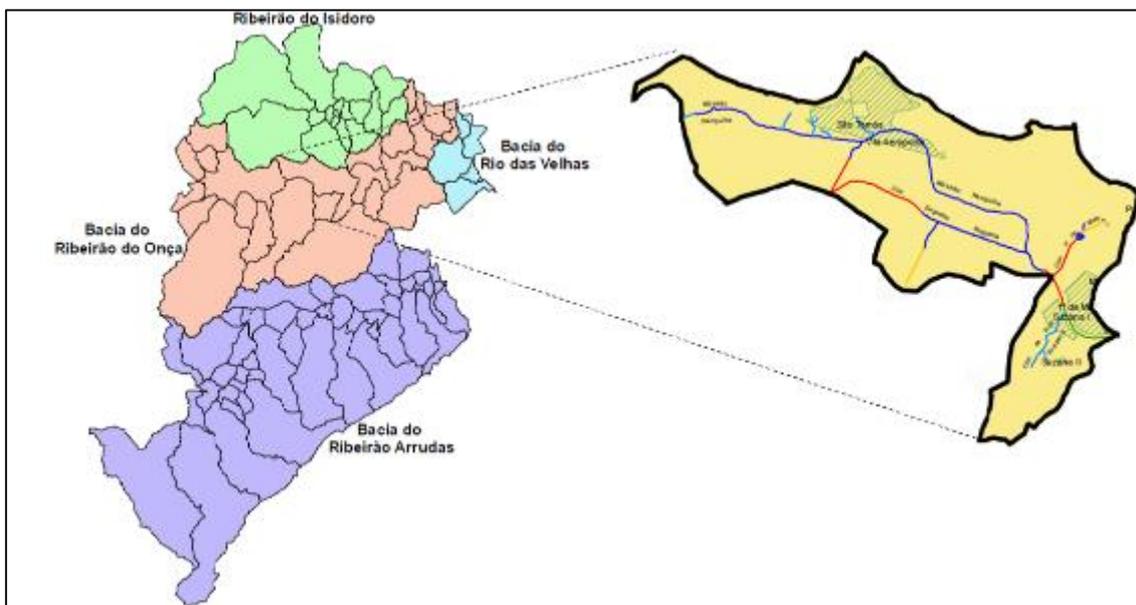
##### 4.1.2.1. Macro-bacia do Ribeirão do Onça

O córrego Primeiro de Maio está localizado na Unidade Territorial Estratégica (UTE) Ribeirão do Onça, que possui área equivalente a 221,38 km<sup>2</sup> e uma população de 1.317.295 habitantes, que se distribuem nos municípios de Belo Horizonte e Contagem. Ao longo da bacia, existem quatro estações de amostragem de qualidade de água operadas pelo Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM), as quais se localizam no Rio das Velhas, Ribeirão Isidoro e duas no Ribeirão do Onça, sendo uma antes da Estação de Tratamento de Esgotos (ETE) Onça, e a outra posterior à estação e todas as quatro são enquadradas na Classe 3 (CBH Rio das Velhas, 2018).

#### 4.1.2.2. Bacia Pampulha

A Bacia Pampulha é uma das bacias que compõem a Bacia do Ribeirão do Onça, como pode ser verificado na Figura 5.

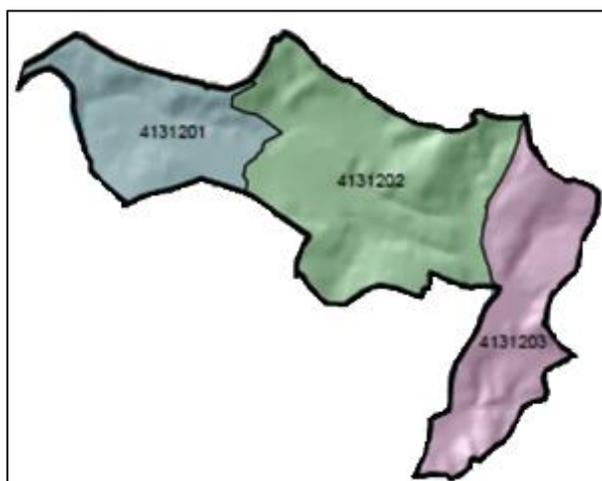
Figura 5 Localização da Bacia da Pampulha em relação à Bacia do Ribeirão do Onça.



Fonte: Adaptado de Prefeitura Municipal de Belo Horizonte (2018).

A Bacia da Pampulha localiza-se à leste da Lagoa da Pampulha e é subdividida em 3 sub-bacias, sendo que a área de estudo localiza-se na sub-bacia referenciada como 4131203 na Figura 6.

Figura 6 Subdivisão da Bacia Pampulha.



Fonte: Adaptado de Prefeitura Municipal de Belo Horizonte (2010).

#### 4.1.3. Quanto ao uso e ocupação do solo.

De acordo com o zoneamento de Belo Horizonte, Lei Municipal nº 7166, de agosto de 1996, a área em que está localizado o Parque Primeiro de Maio é classificada como Zona de Preservação Ambiental (ZPAM). As ZPAM's são regiões que, devido às características de sua vegetação, devem ser preservadas, não sendo permitido ocupações, a não ser a destinada ao serviço de apoio e manutenção.

A área ao redor do parque classifica-se como Zona de Adensamento Restrito 2 (ZAR-2). As ZAR's são zonas nas quais a ocupação é desestimulada por diferentes motivos, como deficiência de infraestrutura de abastecimento de água ou de esgotamento sanitário, articulação viária saturada ou precária ou por adversidades topográficas. Essa categoria é subdividida em ZAR-1 e ZAR-2, sendo que na primeira busca-se manter a baixa densidade demográfica enquanto que na segunda, é exigida a restrição da ocupação.

Além disso, é interessante observar a proximidade da área com duas Zonas de Grandes Equipamentos (ZE). A mais próxima referente ao Aeroporto Carlos Drummond de Andrade, mais conhecido como Aeroporto da Pampulha e a segunda ZE referente à Estação de Metrô e ao Terminal MOVE Metropolitano São Gabriel.

Essas informações podem ser verificadas na folha 22 do Mapa compilado da Lei 7166 de 1996 e suas alterações, que se encontra no Anexo A.

#### 4.1.4. Situação atual

Logo na entrada do parque pela portaria da Rua Penélope, está localizada a Administração do Parque, junto à mesma está uma sala na qual ocorrem eventos de Educação Ambiental. Frequentemente o parque recebe alunos de escolas e universidades. Nessa sala, estão contidos uma maquete do parque, fotos da área antes do projeto, painéis a respeito da fauna, flora, tipos de sementes (Figura 7) e tipos de ninho existentes no local. Além disso, na sala de Educação Ambiental é ensinado sobre a coleta seletiva (Figura 8). Porém, ao longo do parque, não foram verificadas lixeiras de cores diferentes à fim de realizar a separação dos resíduos. Por outro lado, mesmo não havendo distinção de cores, foi encontrado número razoável de lixeiras ao longo de todo o percurso, em distâncias não muito grandes umas das outras.

Figura 7 Painel dos tipos de sementes encontrados no Parque Primeiro de Maio.



Fonte: Do autor

Figura 8 Painel de ensino sobre coleta seletiva na sala de Educação Ambiental no Parque Primeiro de Maio.



Fonte: Do autor.

Durante a visita realizada no dia 28 de abril, pode-se observar a presença de estruturas de drenagem pluvial como enrocamentos, muro de gabião para contenção das margens do córrego e degraus para amortecimento da velocidade da água. Essas estruturas foram contempladas em mais de um ponto e podem ser verificadas pela fFigura 9, no ponto mais à montante do parque e pela Figura 10 logo antes da bacia de detenção.

Figura 9 Ponto mais a montante do parque, próximo à entrada da rua Maria Ortiz.



Fonte: Do autor.

Figura 10 Vista do ponto à montante da bacia de detenção.



Fonte: Do autor

Foi verificado, como pode ser constatado nas imagens, que os dispositivos relatados encontram-se em bom estado de conservação. Porém, ainda no ponto retratado pela Figura 9, foi verificada uma erosão lateral da margem direita (Figura 11, em detalhe na figura 12), na saída do canal da citada figura.

Figura 11 Erosão lateral da margem direita.



Fonte: Do autor

Figura 12 Detalhe da erosão lateral observada.



Fonte: do autor.

Na segunda visita realizada no dia 15 de junho, foi possível observar de outro ângulo que a margem esquerda também apresenta erosão marginal como pode ser verificado na Figura 13.

Figura 13 Visão das erosões laterais em ambas as margens.



Fonte: Do autor

Essa erosão lateral pode ser devido a alguns fatores, como o estrangulamento das margens, a transição entre um trecho com contenção artificial das margens para um trecho natural. Essas questões levantadas levam a um aumento da velocidade da água, o que pode ter levado ao processo erosivo verificado. Além disso, nas visitas realizadas, podendo ser comprovado nas figuras mencionadas anteriormente, não foram identificados indícios de formação de ravinhas, descartando dessa forma, que os processos erosivos

verificados tenham alguma origem na movimentação de terra dos taludes. Ressalta-se também que as características dos pontos que sofreram erosão como o crescimento de algumas plantas, indica que o processo não é recente, levantando assim, questionamentos de como estão sendo realizados os monitoramentos e manutenções.

A fim de minimizar esses focos erosivos é preciso reavaliar o projeto. Analisando as figuras 14, 15 e 16, é possível indicar algumas possíveis mudanças sendo necessário reduzir a velocidade da água no trecho que possui barramento das margens. Outra medida que poderia ser tomada, seria a extensão do barramento das margens por mais alguns metros a fim de reduzir o impacto do estrangulamento do canal. Também poderia ser criado um mini reservatório no trecho com enroncamentos. A escolha por intervir e como intervir nesse ponto deve ser realizada com base em estudos mais específicos de cada opção.

Em conversa com Fábio Silvestre, o mesmo informou que a Sudecap já havia verificado a situação e que será utilizado gabiões para a contenção dessas margens.

Figura 14 Vista dos degraus e da contenção das margens do canal aberto.



Fonte: Do autor.

Figura 15 Detalhe do último degrau logo no final do trecho com contenção de margens.



Fonte: Do autor.

Figura 16 Vista do canal aberto



Fonte: Do autor.

As figuras Figura 17 e Figura 18 são referentes ao dispositivo conhecido como meia cana utilizado para captar e direcionar o escoamento. No detalhe da Figura 18 é possível observar montantes de terra. Esses montantes no período de chuvas podem ocasionar o entupimento do dispositivo interrompendo o fluxo e causando o extravasamento do mesmo. Assim, é importante realizar a manutenção e limpeza dos dispositivos periodicamente e principalmente antes do período de chuvas.

Figura 17 Meia cana encontrada próximo à portaria da rua Maria Ortiz.



Fonte: Do autor.

Figura 18 Detalhe da meia cana com indicativo de formação de um formigueiro.



Fonte: Do autor.

O fluxo na meia cana das figuras Figura 17 e Figura 18 é direcionado para caixa de passagem da Figura 19 de onde é lançado no córrego Figura 20. Nas laterais da caixa de passagem são verificadas rachaduras. Essas podem ser causadas devido à patologias construtivas, porém independente das causas, a rachadura deve ser monitorada periodicamente. Em relação ao ponto de lançamento, observa-se mais uma vez o uso de

gabião como medida de contenção de taludes. Ainda na Figura 20, é possível observar a presença de vegetação na margem do córrego.

Figura 19 Caixa coletora.



Fonte: Do autor.

Figura 20 Ponto de lançamento do fluxo advindo da caixa coletora da Figura 19.



Fonte: Do autor.

A Figura 21 também é referente à uma meia cana, sendo esta responsável por receber a água drenada nas residências vizinhas ao parque. Na Figura 22 observa-se a caixa de passagem que estava destampada no dia da primeira visita e apresentava um certo volume de folhas secas e galhos. Nesse caso, além da preocupação com a interferência do fluxo em decorrência da falta de manutenção, atenta-se para o perigo devido a falta de proteção em relação ao acesso uma vez que pode servir de abrigo para animais e que há constante fluxo de pessoas incluindo crianças no local.

Figura 21 Meia cana localizada no muro de divisa entre o parque e as residências vizinhas.



Fonte: Do autor.

Figura 22 Detalhe da caixa coletora destampada e coberta por folhas.



Fonte: Do autor.

Além dessas caixas de passagem mencionadas à cima, foram verificadas outras caixas de passagem próximo à Rua Penélope como a identificada pelas figuras Figura 23 e Figura 24 a qual continha um efluente de coloração azulada. A julgar pela canaleta que estava seca e com algumas folhagens, esse efluente não era do dia da visita.

Figura 23 Vista de uma caixa de passagem.



Fonte: Do autor.

Figura 24 Detalhe da caixa de passagem da figura anterior.



Fonte: Do autor.

À jusante do ponto registrado na Figura 20 encontra-se uma das nascentes presentes no parque, Figura 25, em detalhe na Figura 26. Neste local, há uma placa indicando a existência da nascente, porém, a placa está escondida entre as folhas sendo difícil sua visualização.

Figura 25 Vista da nascente.



Fonte: Do autor.

Figura 26 Detalhe da nascente da Figura 25.



Fonte: Do autor.

Uma outra nascente registrada foi a da Figura 27 localizada próximo ao herbanário. No caso dessa nascente, a identificação da mesma foi de melhor visualização como registrado por meio da Figura 28. Ainda assim, é preciso melhorar a identificação de ambas as nascentes.

Figura 27 Nascente próximo ao herbanário.



Fonte: Do autor.

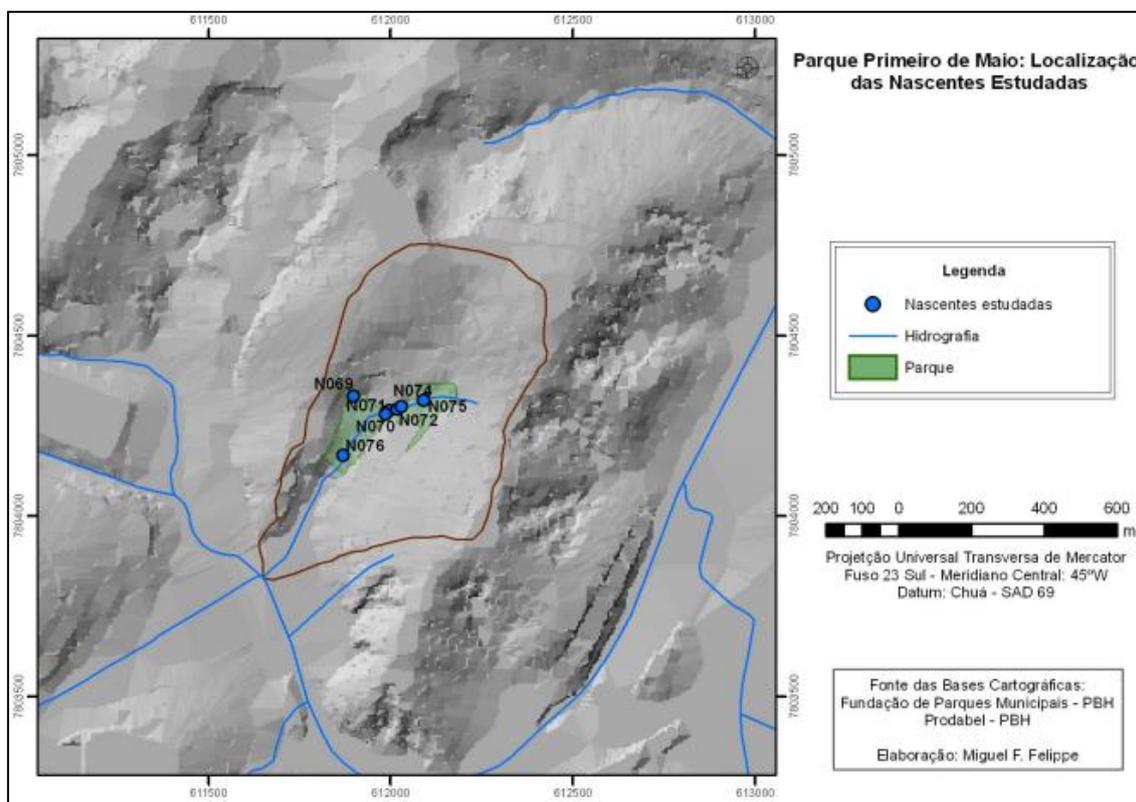
Figura 28 Identificação da nascente da Figura 27.



Fonte: Do autor.

Há uma divergência a respeito do número exato de nascentes nos limites do Parque Primeiro de Maio. Pela Fundação Municipal de Parques existem 12 nascentes catalogadas, em trabalho realizado por FELIPPE et al. (2014), foram catalogadas sete nascentes que podem ser verificadas na Figura 29. Durante as visitas realizadas foi possível identificar, além das duas mencionadas a cima, mais 2 nascentes.

Figura 29 Localização das nascentes existentes na área do Parque Primeiro de Maio.

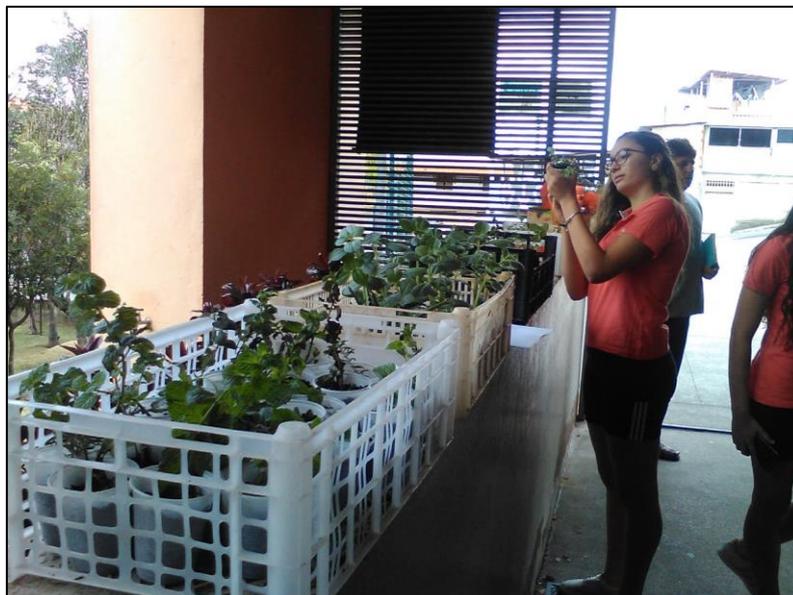


Fonte: Felipe et al, 2014.

Como foi descrito no Novo Código Florestal, o limite de afastamento de nascentes deve ser de 50 metros. Mesmo tendo sido retiradas 16 famílias do local, o parque apresenta uma pequena área e grande parte do seu limite faz divisa com residências. Desse modo, o limite de afastamento de nascentes não é respeitado. Deve-se considerar nesse quesito a conquista da proteção das nascentes presentes na localidade e a dificuldade na questão social visto que a região já se apresentava densamente povoada antes da concepção do projeto.

No herbanário citado, estão plantadas espécies com efeitos medicinais que podem ser colhidas pelos funcionários do parque ou pela população, mediante autorização da gerência. Além disso, há eventos de distribuição de mudas no parque (Figura 30), as quais são cultivadas em um viveiro localizado nas proximidades.

Figura 30 Distribuição de mudas no Parque Primeiro de Maio.



Fonte: Getúlio, vigia do parque.

Na Figura 31, verifica-se a chegada de uma tubulação à margem direita da bacia de retenção, a mesma pode ser melhor observada na Figura 32. Pode-se notar uma rachadura larga na parede de concreto, a qual deve ser periodicamente observada. Verifica-se também, como observado no detalhe da Figura 33, a utilização de pneus como enrocamento e forma de contenção de taludes, sendo uma medida interessante de reaproveitamento de pneus.

Figura 31 Tubulação chegando ao parque na margem direita da bacia de retenção.



Fonte: Do autor.

Figura 32 Saída de tubulação.



Fonte: Do autor.

Figura 33 Detalhe do enrocamento com pneus verificado na Figura 32.



Fonte: Do autor.

Nos dias em que ocorreram as visitas ao parque, como mencionado anteriormente e comprovado por meio dos gráficos 1 e 2, não estava chovendo e não foi registrado na região precipitação nos dias anteriores. Os últimos eventos chuvosos observados antes de cada visita foram nos dias 6 de abril e 21 de maio. Apesar disso, havia fluxo advindo da tubulação citada. Em conversa com um dos vigias do parque, foi informado sobre uma

nascente nas imediações do parque que chega ao mesmo por meio da tubulação da Figura 32.

Gráfico 1 Precipitação em milímetros durante o mês de abril de 2018 identificada na estação A 521 Pampulha.



Fonte: Adaptado de Inmet (2018).

Gráfico 2 Precipitação em milímetros durante o período de 16 de maio de 2016 a 16 de junho de 2018 identificada na estação A 521 Pampulha.



Fonte: Adaptado do Inmet (2018).

No mesmo ponto da Figura 32, verificou-se outra tubulação à direita da mencionada previamente (Figura 34) a qual acredita-se estar ligada as bocas de lobo, que podem ser identificadas por meio das setas em vermelho na referida imagem, existentes na rua Evangelista Ferreira Diniz uma vez que estão na mesma direção.

Figura 34 Segunda tubulação com saída no mesmo ponto da Figura 32.



Fonte: Do autor.

Figura 35 Vista do final da Rua Evangelista Ferreira Diniz com identificação de duas bocas de lobo.



Fonte: Do autor.

Outro dispositivo de drenagem encontrado no parque foi a bacia de retenção, Figura 36. Vale ressaltar aqui que, apesar de a área do parque não ser uma área de histórico de grandes inundações, os estudos referentes à drenagem pluvial devem considerar a bacia hidrográfica ou sub-bacia, assim, a construção de uma bacia de

retenção e sua adequada manutenção se fazem importantes para que eventos de inundações à jusante sejam minimizados ou até mesmo evitados. Vale ressaltar que o projeto inicial previa uma bacia de detenção, e todos os trabalhos e documentos encontrados também nomearam o reservatório como sendo uma bacia de detenção. Porém, o dispositivo apresenta espelho d'água constante, não secando durante o período de seca enquadrando-se melhor na definição de bacia de retenção. Em conversa com o gerente do Parque, Fábio Silvestre, o mesmo informou que ocorreu uma modificação no projeto original em decorrência de uma solicitação da população.

Figura 36 Vista da barragem pela margem esquerda da bacia de retenção.



Fonte: Do autor.

Ainda referente à bacia de retenção existente, seria interessante verificar se a mesma pode ser utilizada como forma de alerta de cheia para pontos mais a jusante. Para isso, seria necessário verificar uma altura d'água indicada na barragem que seria indicativo de cheia do córrego em pontos mais a jusante. Essa ação se mostra interessante por aproveitar um dispositivo de drenagem para mais de um fim.

Na bacia de retenção, próximo a barragem, foi verificada uma comporta, Figura 37, a qual serve de entrada da água. Como pode ser observado na imagem, no dia da visita, a altura da água estava em um nível próximo à abertura da comporta que se encontrava aberta. Verificou-se também no entorno da abertura, a existência de material vegetal e duas tartarugas. Como pode ser verificado na figura, não há nenhum tipo de barreira que impeça os sólidos grosseiros, até mesmo os animais de passarem por essa comporta, orienta-se a utilização de telas na mesma a fim de evitar esses incidentes e reduzir custos com manutenção para retirada dos mesmos no dispositivo e melhorar a

qualidade da água no ponto à jusante. Em conversa com o vigia do parque no dia 15 de junho, o mesmo informou que havia uma grade de proteção, mas que em decorrência de uma forte chuva no início do ano de 2018, a mesma foi arrancada. Dessa forma, espera-se que a mesma seja substituída.

Figura 37 Comporta de entrada d'água na barragem.



Fonte: Do autor.

No ponto mais à jusante do córrego Primeiro de Maio, próximo à saída do parque pela Rua Penélope, verificou-se a presença de espuma, galhos e plástico na água, como pode ser comprovado por meio da Figura 38 e da Figura 39 diferentemente do que foi observado nos outros pontos do parque.

Figura 38 Córrego Primeiro de Maio à jusante da bacia de detenção.



Fonte: Do autor.

Figura 39 Detalhe da presença de espuma e sólidos suspensos na Figura 38 .



Fonte: Do autor:

A presença de galhos pode ser explicada pela vegetação principalmente da margem esquerda do curso (Figura 40), porém a espuma é um indício de contaminação do mesmo.

Figura 40 Vista do córrego Primeiro de Maio à jusante da barragem com a rua Penélope ao fundo.



Fonte: Adaptado de Street View, nov 2002.

Na segunda visita realizada, não havia a presença de espuma, nem de galhos ou resíduos nesse mesmo ponto representado nas figuras Figura 41 e Figura 42.

Figura 41 Córrego Primeiro de Maio à jusante da bacia de detenção no dia 15 de junho de 2018.



Fonte: Do autor.

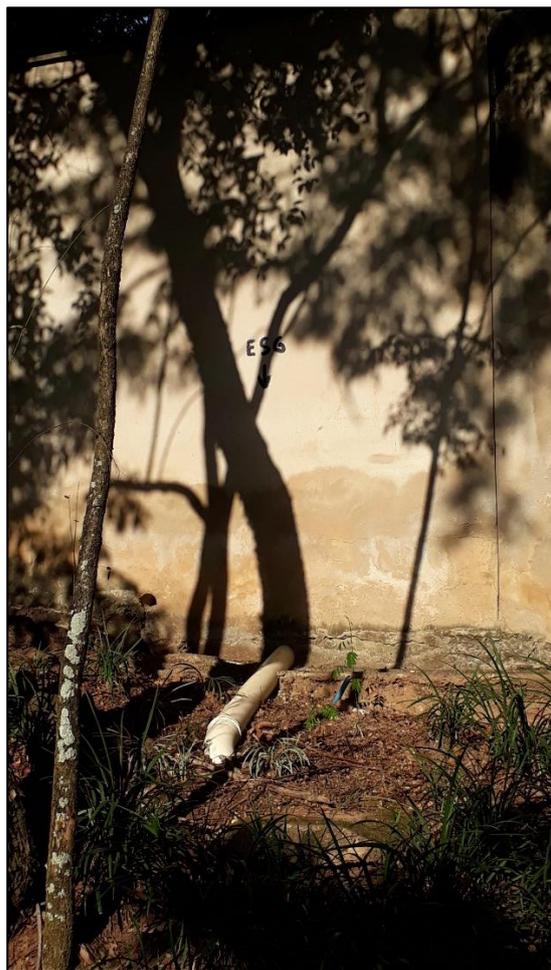
Figura 42 Córrego Primeiro de Maio à jusante da bacia de detenção no dia 15 de junho visto de cima.



Fonte: Do autor.

Em alguns pontos distintos do parque, foram verificados tubulações identificadas como sendo de esgoto, saindo das residências vizinhas para dentro dos limites da APP (Figura 43 e Figura 44). No caso da tubulação da Figura 44, fica evidente o direcionamento para o córrego. Em conversa com o gerente Fábio Silvestre, o mesmo afirmou que não há lançamento de esgoto no curso d'água, que as tubulações das referidas figuras são referentes à drenagem das casas vizinhas ao parque.

Figura 43 Tubulação indicada como de esgoto adentrando ao parque.



Fonte: Do autor.

Figura 44 Tubulação indicada como de esgoto adentrando ao parque e sendo direcionada para o córrego.



Fonte: Do autor.

Em toda a área do parque, verificou-se que os taludes apresentavam poucas gramíneas, esse fato pode ser devido ao sombreamento da área e conseqüente impedimento do desenvolvimento da vegetação. Essa situação deve ser acompanhada a fim de evitar o início de novos processos erosivos em decorrência da falta de cobertura vegetal conciliada ao efeito da gravidade nos taludes.

#### 4.2. Comparação dos cenários anterior e posterior à intervenção.

Por meio de imagens retiradas de relatórios e outros artigos que abordam o Parque Primeiro de Maio como as imagens a seguir, é possível observar a existência de residência muito próximo ao córrego, possivelmente desrespeitando as legislações existentes. Observa-se também processo erosivo acentuado das margens (Figura 45 e Figura 46).

Figura 45 Situação antes do início das obras do programa Drenurbs.



Fonte: Aroeira, 2010.

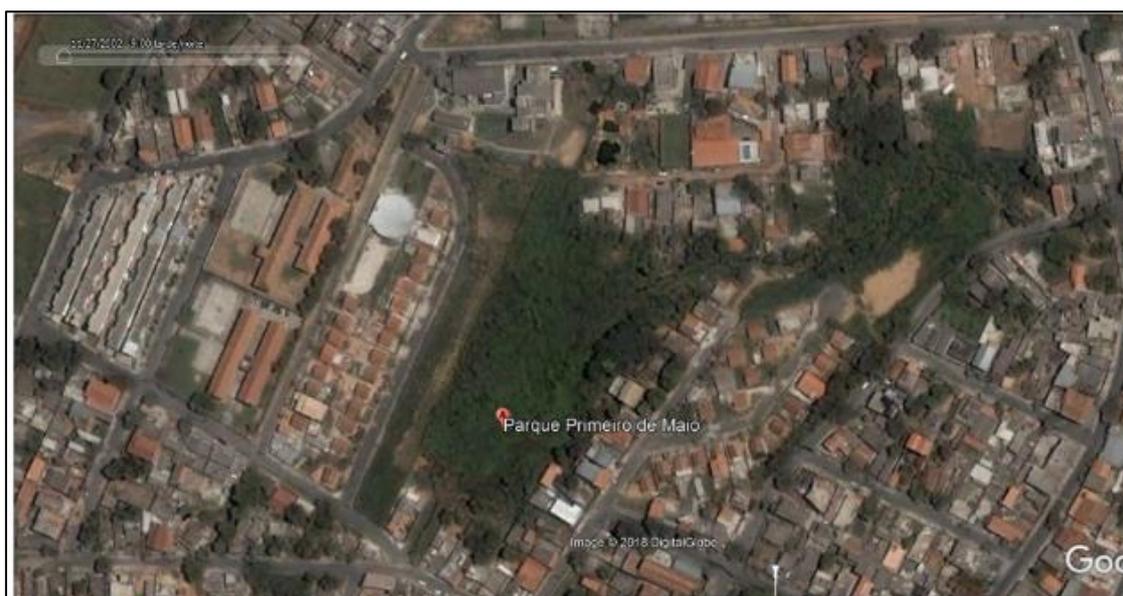
Figura 46 Situação da área antes das obras do programa Drenurbs.



Fonte: Aroeira, 2010.

Por meio da ferramenta Google Earth, é possível verificar imagens de séries históricas da área do Parque Primeiro de Maio. Capturou-se imagens, de 2002 antes da criação do parque (Figura 47), de 2008, logo após a finalização das obras (Figura 48) e do ano de 2017 retratando a situação mais atual do parque (Figura 49)

Figura 47 Imagem de satélite da área do Parque Primeiro de Maio retirada do Google Earth referente novembro de 2002.



Fonte: Adaptado de Google Earth.

Comparando as figuras 47 e 48, observa a retirada de casas principalmente próximo à entrada da Rua Penélope, ponto mais próximo à barragem. Outro ponto em que é possível verificar a retirada das famílias, é mais ao centro das imagens, onde é observa-se que houve um maior distanciamento do curso d'água. Apesar de não se ter o mês exato da imagem da figura 48, é notório a diminuição da cobertura vegetal na área, porém, sabe-se que durante o projeto foi realizado o plantio de mudas.

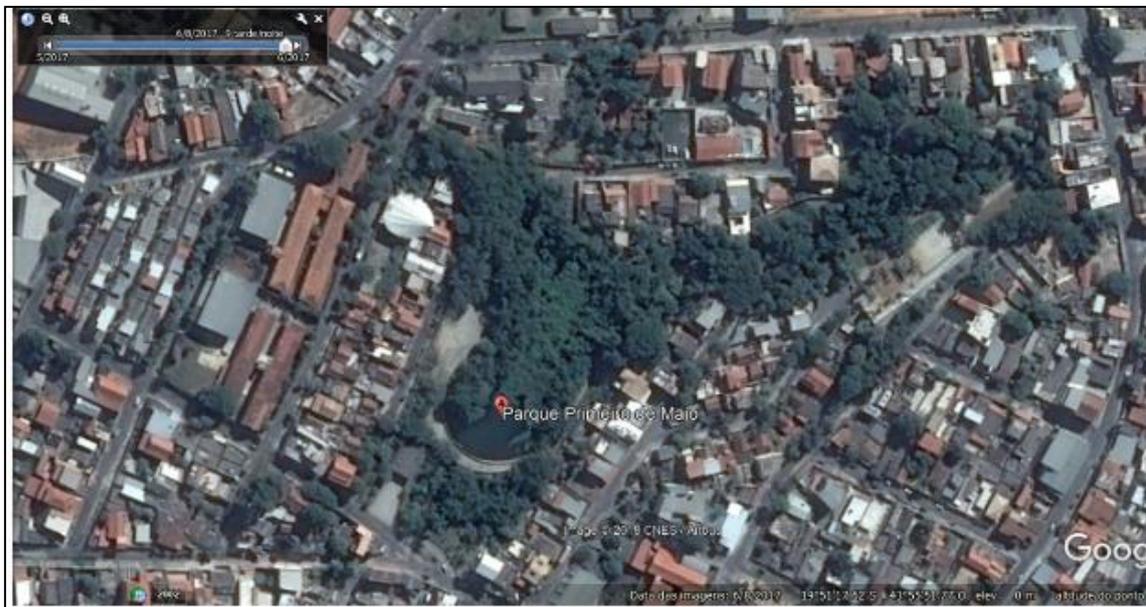
Figura 48 Imagem de satélite da área do Parque Primeiro de Maio retirada do Google Earth referente ao ano de 2008



Fonte: Adaptado de Google Earth.

Em relação a figura 49, observa-se que nos últimos 10 anos, houve o desenvolvimento das mudas plantadas verificando-se um aumento na área verde da imagem.

Figura 49 Imagem de satélite da área do Parque Primeiro de Maio retirada do Google Earth referente à junho de 2017.

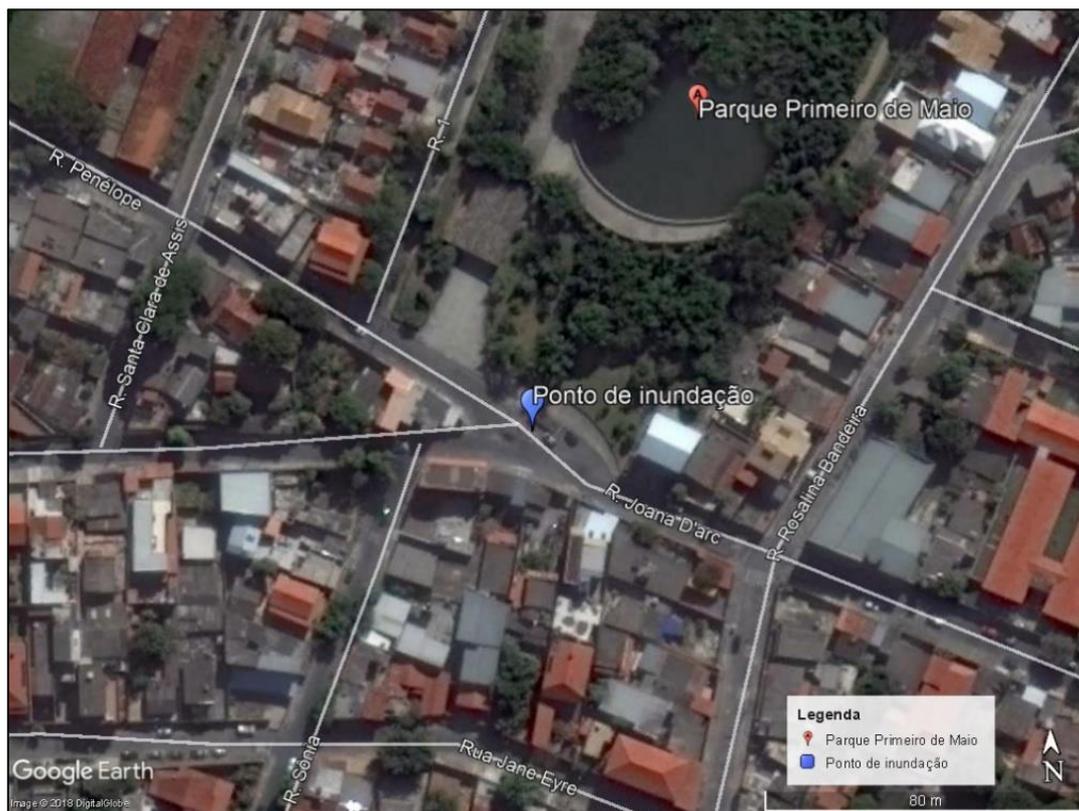


Fonte: Adaptado de Google Earth.

Por meio da análise realizada no tópico anterior e das imagens acima, fica notória a mudança do espaço, apesar de ainda existirem alguns processos erosivos, os mesmos não se comparam a magnitude do que era observado anteriormente. Além disso, as residências localizadas em áreas de risco foram retiradas.

Em relação às inundações, foi verificado por meio de conversa com alguns dos moradores da região, que reduziram, mas ainda ocorrem no cruzamento entre as ruas Penélope e Joana D'Árc por onde passa o córrego, Figura 50. Assim, verifica-se que as medidas implantadas durante o programa Drenurbs não foram suficientes para resolver o problema das inundações. Como já foi comentado no presente trabalho, uma vez que a paisagem sofre uma ação antrópica, não é possível desfazer as consequências dessa ação, apenas minimizá-la. Ainda assim, acredita-se que realizando outras intervenções menores nos pontos mais altos e em toda a micro bacia, como a captação da água das chuvas, manutenção de jardins e outras áreas verdes, é possível reduzir ainda mais os eventos de inundação no ponto em questão.

Figura 50 Indicação do ponto de recorrência de inundação no cruzamento entre as ruas Penélope e Joana D'Arc.



Fonte: Adaptado do Google Earth.

#### 4.3. Verificação das medidas propostas pelo Programa Drenurbs para a Bacia do Córrego Primeiro de Maio.

Com base nas propostas do Programa Drenurbs para a área do córrego Primeiro de Maio, elaborou-se o quadro 1 a fim de resumir o que foi realizado e verificado ao longo do presente trabalho. Como pode ser verificado no quadro em questão, todas as propostas foram atendidas, completa ou parcialmente sendo necessário, uma revisão do projeto e melhorias na manutenção do mesmo.

Quadro 1 Verificação das medidas propostas pelo Programa Drenurbs para a Bacia do Córrego Primeiro de Maio.

<b>Medida proposta</b>	<b>Verificado?</b>
Implantação do Parque Urbano 1º de Maio;	Sim
Proteção de nascentes;	Em parte
Contenção das margens;	Em parte
Implantação de redes coletoras e interceptores de esgoto;	Sim
Tratamento de focos erosivos;	Em parte
Pavimentação de vias;	Sim
Implantação de sistema de drenagem e melhoria do já existente;	Sim
Recomposição e tratamento de taludes;	Em parte
Implantação de bacia de retenção com barragem;	Sim*
Implantação do programa de Educação Ambiental;	Sim
Mobilização social junto à comunidade.	Sim

Fonte: Do autor.

Nota: \* O que se observa na verdade, é a implantação de uma bacia de retenção uma vez que apresenta espelho d'água permanente.

Em relação a proteção das nascentes, foi respondido “em parte”, uma vez que houve melhorias incluindo a desapropriação de famílias para cumprir essa proposta, por outro lado, apesar, da existência de identificação, a mesma não era de fácil visualização. Recomenda-se que sejam colocadas as placas indicativas na vertical. Além disso, só foram vistas duas nascentes no parque durante a visita e sabe-se da existência de outras dentro da área do parque e no limite do mesmo.

No que diz respeito à contenção das margens, a proposta foi realizada com êxito, porem passados 10 anos da realização das obras, há um processo de erosão marginal acontecendo no ponto mais a montante do córrego. O que mostra que os projetos devem sempre contar com uma etapa de monitoramento. Como foi tratado anteriormente, o período chuvoso inicia-se entre os meses de agosto e setembro, sendo assim, é importante buscar medidas de contenção e remediação dessa erosão antes da ocorrência dos eventos chuvosos evitando o aumento da erosão e o aporte de sedimentos.

Em relação a recomposição e tratamento dos taludes, na visita realizada em abril de 2018, verificou-se que a vegetação rasteira estava muito seca e o solo consideravelmente exposto. Esse fato pode ter relação com a falta de chuva verificada nos dias anteriores, porém, pelo solo exposto, acredita-se que o início do período de seca não seja o único fator limitante. Deve-se investigar o motivo pelo qual as gramíneas não estão vingando, seja o sombreamento, seja as espécies plantadas, seja problema no solo, ou a falta de irrigação fora do período de chuvas a fim de resolver essa situação que, caso se estenda pode ocasionar em novos focos erosivos.

Quanto a criação de um programa de Educação Ambiental foi cumprida uma vez que além de implantada, a mesma se mantém mensalmente dentro do parque para escolas e faculdades. Um exemplo de mobilização social foi a mudança no projeto original da bacia de detenção pela bacia de retenção a pedidos da comunidade.

## 5. CONCLUSÃO.

Ao longo do tempo a drenagem urbana foi considerada apenas à nível local e pensada para um escoamento rápido das águas. Como dito previamente nesse texto, é preciso repensar conceitos, trabalhar a nível de bacias e sub bacias, rever projetos, aumentar a infiltração em relação ao escoamento superficial.

Nesse contexto é preciso pensar também na questão social, visto o grande número de moradias próximas ao fundo de vale. Ressalta-se com isso, que um planejamento urbano deve levar diferentes setores/sistemas em consideração visto que na prática eles se interagem gerando impactos uns nos outros.

O projeto Drenurbs foi criado para aproximar população e meio ambiente, oferecendo melhorias nas condições de vida da população por meio de obras de saneamento básico, mas também integrando o recurso hídrico à paisagem urbana e oferecendo opções de lazer nesses espaços. Projetos assim comprovam que o desenvolvimento pode sim acontecer mesmo alinhado às causas ambientais e proteção dos recursos naturais.

O local onde está hoje localizado o Parque Primeiro de Maio, apresentava um intenso processo erosivo. Com a construção do parque, o córrego foi revitalizado, as nascentes protegidas, os focos erosivos foram tratados, os eventos de inundação entre ruas Penélope e Joana D'Árc foram minimizados, a população ganhou uma área de lazer onde é possível colher ervas medicinais, caminhar, praticar esportes e estar em contato com a natureza de forma harmônica.

Outro ponto importante a se destacar é a importância de uma equipe de trabalho interdisciplinar, mas que realiza o planejamento e projeto em conjunto, de forma alinhada uma vez que, diversas áreas do conhecimento são englobadas no projeto e cada uma interfere na outra. Somando a isso as limitações de recursos financeiros, materiais, técnicos e humanos, infere-se que um projeto para ser bem executado deve ter um planejamento eficiente e contar com a gestão de riscos e monitoramento contemplando sempre a ideia de melhoria contínua.

Ressalta-se também a importância dos programas de Educação Ambiental e da necessidade do apoio e correponsabilidade para a manutenção do parque em bom estado. O Parque Primeiro de Maio é um espaço que ainda está sendo pouco aproveitado pela comunidade. Como forma de aproximar a comunidade do parque e auxiliar no

monitoramento e cuidado do mesmo, poderia ser criado um programa de capacitação da comunidade junto à associação de moradores, por meio do qual os moradores seriam preparados para verificar eventuais necessidades de manutenção. Comunicariam aos responsáveis sobre aquelas que necessitem de um corpo mais técnico para estudos e correções ou possam solucionar aquelas que não necessitem dessa estrutura tão técnica, participariam do programa de Educação Ambiental como ajudantes e posteriormente, poderiam até conduzir o programa no parque.

Dessa forma, um olhar multidisciplinar nos projetos torna-se de extrema importância incluindo a presença de um Engenheiro Ambiental e Sanitarista com formação não só para cuidar do meio ambiente, mas para auxiliar em um desenvolvimento que ocorra de forma sustentável, ou seja, que pense nas áreas social, ambiental e econômica.

## BIBLIOGRAFIA

AROEIRA, Ricardo de Miranda. *Apresentação Câmara PMS 2017 Curso*. SMOBI, 25 de Set de 2017.

BELO HORIZONTE. *Parque Ecológico Primeiro de Maio*. s.d. <http://belohorizonte.mg.gov.br/local/entretenimento-cultura/parque-praca/parque-ecologico-primeiro-de-maio>.

BRASIL. *Lei Federal n.º 12.651 de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa e dá outras providências*. Brasília, 25 de maio de 2012.

\_\_\_\_\_. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. *Gestão de águas pluviais urbanas*. Vol. 4. Compilação: Carlos Tucci. Brasília: Ministério das Cidades, 2006. 194.

CÂMARA MUNICIPAL DE BELO HORIZONTE. Plano Diretor. *Portal CMBH*. s.d. [https://www.cmbh.mg.gov.br/atividade-legislativa/orcamento/plano\\_diretor](https://www.cmbh.mg.gov.br/atividade-legislativa/orcamento/plano_diretor).

CANHOLI, Aluísio Pardo. *Drenagem urbana e controle de enchentes*. 2. São Paulo: Oficina de textos, 2014.

CARDOSO, Maria Adriana. *Avaliação do Desempenho de Sistemas de Drenagem Urbana*. Lisboa, 2008.

CASADO, Ana Patrícia Barretto; HOLANDA, F. S. R.; ARAÚJO FILHO, F. A. G.; YAGUIU, P. *Evolução do processo erosivo na margem direita do Rio São Francisco (perímetro irrigado Cotinguiba/Pindoba - SE)*. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* 26 (2002): 231-239.

CBH Rio das Velhas. *Unidade Territorial Estratégica Ribeirão Onça*. s.d.

COOPERATIVA, DE SERVIÇOS; INDUSTRIAIS, PESQUISA TECNOLÓGICAS E. *Áreas degradadas*. Vol. I, cap. 7 em *Diagnóstico da situação dos recursos hídricos da UGRHI-22 Pontal do Paranapanema: Relatório Zero.*, por De Serviços Cooperativa e Pesquisa Tecnológicas e Industriais, 372-373. São Paulo: CPTI, 1999.

da SILVA, Pedro José; PIRES; Maria Aparecida Faustino. *Renaturalização de rios, em áreas de trechos, urbanos com a aplicação de técnicas de bioengenharia em obras de engenharia hidráulica*. *XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos*, 2007: 18.

FELIPPE, Miguel; LAVARINI, Chrystiann; PEIFER, Daniel; DOLABELA, Davi; MAGALHÃES JR, Antônio. *Espacialização e caracterização das nascentes em unidades de conservação de Belo Horizonte-MG*. Campo Grande, MS, 2009. 18.

FONTES, Aracy Losano. *Formas Topográficas nas planícies de inundação e terraços aluviais*. Cap. 5 em *Geomorfologia Fluvial e Hidrografia*, por Aracy Losano Fontes, 79-94. São Cristóvão: Universidade Federal de Sergipe, CESAD, 2010.

GOERL, Roberto Fabris; KOBAYAMA, Masato. *Considerações sobre as inundações no Brasil*. *XVI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos.*, 2005.

HOLANDA, Francisco Sandro Rodrigues; da ROCHA, Igor Pinheiro; de OLIVEIRA, Vandemberg Salvador. Estabilização de taludes marginais com técnicas de bioengenharia de solos no Baixo São Francisco. *Revista Brasileira de engenharia agrícola e ambiental*, v. 12, n. 6, p. 570-575, 2008..

MACHADO, Sebastião David. Análise da ocupação das margens de rios, córregos e canais de drenagem: Reflexos da aplicação do Código Florestal e Resoluções Conama em área urbana. *Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina*. Florianópolis, 2004.

MARTINE, George; McGRANAHAN, Gordon. A transição urbana brasileira: trajetória, dificuldades e lições aprendidas. Em *População e Cidades: subsídios para o planejamento e para as políticas sociais.*, por Rosana Baeninger, 11-24. Brasília: UNFPA, 2010.

MEYER, Sylvia Therese; da SILVA, Alexandre Francisco; de MARCO JÚNIOR, Paulo; MEIRA NETO, João Augusto Alves. Composição florística da vegetação arbórea de um trecho de floresta de galeria do Parque Estadual do Rola-Moça na Região Metropolitana de Belo Horizonte, MG, Brasil. *Acta Botanica Brasílica*, dezembro de 2004: 701-709.

MIGUEZ, Marcelo Gomes; VÉROL, Aline Pires; REZENDE, Osvaldo Moura. *Drenagem Urbana: do projeto tradicional à sustentabilidade*. 1. Rio de Janeiro: Elsevier, 2015.

PREFEITURA MUNICIPAL DE BELO HORIZONTE. *Bota fora*. Prefeitura de Belo Horizonte. 06 de fev. de 2018. <https://prefeitura.pbh.gov.br/politica-urbana/fiscalizacao/bota-fora> (acesso em maio de 2018).

\_\_\_\_\_. Drenagem. *Caderno de Encargos Sudecap*. Belo Horizonte, dezembro de 2008.

\_\_\_\_\_. Secretaria municipal de Saúde. *Plano Municipal de Saneamento de Belo Horizonte 2016-2019*. Belo Horizonte, 2016.

SÃO PAULO, SECRETARIA MUNICIPAL DE DESENVOLVIMENTO URBANO. *Manual de drenagem e manejo de águas pluviais: gerenciamento do sistema de drenagem urbana*. Vol. 1. São Paulo: SMDU, 2012. 168.

SCHÄFFER, Wigold Bertoldo; ROSA, Marcos Reis; de AQUINO, Luiz Carlos Servulo; MEDEIROS, João de Deus. Áreas de Preservação Permanente e Unidades de Conservação & Áreas de Risco. O que uma coisa tem a ver com a outra? *Relatório de Inspeção da área atingida pela tragédia das chucas na Região Serrana do Rio de Janeiro*. Brasília: MMA, 2011. 96.

SECRETARIA NACIONAL DE SANEAMENTO AMBIENTAL (org.). *Águas pluviais: técnicas compensatórias para o controle de cheias urbanas: guia do profissional em treinamento: nível 2 e 3*. Belo Horizonte: ReCESA, 2007. 52.

SOLUÇÕES PARA CIDADES. Projeto Técnico. *Programa Drenurbs*. 2013.

TAUIL, Pedro Luiz. Urbanização e ecologia do dengue. *Cadernos de saúde pública*. 17 (2001): s99-s102.

TRAVASSOS, Luciana. Inundações urbanas: uma questão socioambiental. Edição: Pedro Luiz Côrtes. *Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade - GeAS*, 2012.

TUCCI, Carlos E. M. Drenagem Urbana. *Ciência e Cultura* 55, nº 4 (2003): 36-37.

\_\_\_\_\_. *Gestão das inundações urbanas*. Manual, Porto Alegre, 2005.

URBAN DRAINAGE AND FLOOD CONTROL DISTRICT . Urban Storm Drainage Criteria Manual: Volume 1. *Management, Hydrology, and Hydraulics*. Vol. 1. Denver, Colorado: UDFCD, Jan de 2016.



**ANEXOS**



