



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

**ANÁLISE DOS IMPACTOS GERADOS PELO ADENSAMENTO URBANO NA**  
**BACIA DO CÓRREGO OLHOS D'ÁGUA E ELABORAÇÃO DE PROPOSTA DE**  
**INTERVENÇÃO**

**AUGUSTO CÉSAR GONÇALVES BATISTA**

**BELO HORIZONTE**

**2021**

**AUGUSTO CÉSAR GONÇALVES BATISTA**

**ANÁLISE DOS IMPACTOS GERADOS PELO ADENSAMENTO URBANO NA  
BACIA DO CÓRREGO OLHOS D'ÁGUA E ELABORAÇÃO DE PROPOSTA DE  
INTERVENÇÃO**

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. Dr. Vandeir Robson da Silva Matias

**BELO HORIZONTE**

2021

**AUGUSTO CÉSAR GONÇALVES BATISTA**

**ANÁLISE DOS IMPACTOS GERADOS PELO ADENSAMENTO URBANO NA  
BACIA DO CÓRREGO OLHOS D'ÁGUA**

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.

Aprovado em 06 de Setembro de 2021

Banca examinadora:

---

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

---

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 13/09/2021

**COMPROVANTE DE APROVAÇÃO DO RELATÓRIO TÉCNICO FINAL Nº 002/2021 - DGEO (11.55.13)**  
(Nº do Documento: 6)

(Nº do Protocolo: NÃO PROTOCOLADO)

*(Assinado digitalmente em 13/09/2021 19:59 )*

**EVANDRO CARRUSCA DE OLIVEIRA**

*PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO*

*DCTA (11.55.03)*

*Matrícula: 2150490*

*(Assinado digitalmente em 13/09/2021 09:53 )*

**MATUSALEM DE BRITO DUARTE**

*PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO*

*DGEO (11.55.13)*

*Matrícula: 1804732*

*(Assinado digitalmente em 13/09/2021 09:07 )*

**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:  
**6**, ano: **2021**, tipo: **COMPROVANTE DE APROVAÇÃO DO RELATÓRIO TÉCNICO FINAL**, data de  
emissão: **13/09/2021** e o código de verificação: **bc9dcf3f7b**

## RESUMO

**BATISTA, A. C. G., Análise dos impactos gerados pelo adensamento urbano na bacia do córrego olhos d'água e elaboração de proposta de intervenção.** 2021. 71 páginas Monografia (Graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária) Departamento de Ciência e Tecnologia Ambiental, Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2021.

A relação entre o processo de urbanização no Brasil e as bacias hidrográficas nas áreas urbanizadas ocorreu de forma conturbada. De modo geral nas cidades brasileiras modernas influências do higienismo europeu geraram um planejamento urbano que acabava desvincular as cidades de sua hidrografia. Os rios passavam a ser um obstáculo ao estabelecimento das estruturas urbanas e a solução passava por modificar sua natureza para adequação ao projeto urbano. Obras de retificação e canalização foram comumente adotadas como a solução para convivência entre rios e cidades

A consequência mais comum para os cursos d'água urbanos é serem tampados e mortificados. Por cima passam avenidas, as margens e áreas de amortecimentos são ocupadas e sua calha vira simplesmente um canal para escoamento das crescentes drenagens pluviais e efluentes sanitários. A história de Belo Horizonte com rios não foge a este cenário. A cidade cresceu por cima de suas drenagens, os rios hoje estão sob eixos de transporte e córregos viraram avenidas sanitárias. Porém essa abordagem não resolve o problema, apenas o leva para jusante.

Em Belo Horizonte o problema dos impactos ambientais gerados pela urbanização em algumas bacias reflete a jusante em um dos maiores cartões postais da cidade a Lagoa da Pampulha. Nesse contexto se encontra a bacia do Córrego Olhos D'água que desagua no reservatório da Pampulha.

A bacia tem uma urbanização tardia em relação à região da Pampulha e ainda se encontra nesse processo. Com isso, o presente trabalho realizou uma análise de como o adensamento urbano impactou na qualidade ambiental da bacia. A análise foi feita levando em consideração a legislação urbanística, o adensamento urbano da bacia na prática, sua relação com a hidrologia e ecossistema da bacia. A partir desse levantamento de dados foram elencados os impactos ambientais e feitas proposições prioritárias para mitigação destes.

Palavras chaves: Urbanização. Bacia hidrográfica. Impactos ambientais.

## ABSTRACT

**BATISTA, A. C. G., Analysis of the impacts generated by the urban densification in the basin of the Olhos D'água creek and elaboration of an intervention proposal.**2021. 71 pages. Undergraduate thesis (Environmental and Sanitary Engineering) - Department of Environmental Science and Technology, Federal Center of Technological Education of Minas Gerais, Belo Horizonte,2021.

The relationship between the urbanization process in Brazil and the hydrographic basins in urbanized areas occurred in a disturbed way. In general, in modern Brazilian cities, influences from European hygiene generated an urban planning that ended up separating cities from their hydrography. Rivers became an obstacle to the establishment of urban structures and the solution was to modify their nature to suit the urban project. Straightening works, channeling were commonly adopted as the solution for coexistence between rivers and cities

The most common consequence for urban watercourses is that they end up being blocked and mortified. Avenues pass over it, the banks and buffer areas are occupied and its gutter becomes simply a channel for the drainage of the growing storm drains and sanitary effluents. The history of Belo Horizonte with rivers is no exception to this scenario. The city grew on top of its drainages, rivers today are under transport axes, streams have become sanitary avenues. However, this approach does not solve the problem, it only takes it downstream.

In Belo Horizonte, the problem of environmental impacts generated by urbanization in some basins is reflected downstream in one of the biggest postcards of the city, Lagoa da Pampulha. In this context, there is the basin of the Córrego Olhos D'água that flows into the Pampulha reservoir.

The basin has a late urbanization in relation to the Pampulha region and is still in this process. Thus, the present work carried out an analysis of how urban densification impacted the environmental quality of the basin. The analysis was carried out taking into account the urban legislation, the urban densification of the basin in practice its relationship with the hydrology and ecosystem of the basin. From this data survey, the environmental impacts were listed and priority proposals were made for their mitigation.

Keywords: Urbanization. Keywords: Urbanization. hydrographic basins Environmental impacts

## SUMÁRIO

<b>1.</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>10</b>
<b>2.</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>13</b>
<b>2.1.</b>	<b>Objetivo Geral</b>	<b>13</b>
<b>2.2.</b>	<b>Objetivos Específicos</b>	<b>13</b>
<b>3.</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b>	<b>14</b>
<b>3.1.</b>	<b>Urbanização no Brasil</b>	<b>14</b>
<b>3.2.</b>	<b>Planejamento Urbano e o Meio Ambiente</b>	<b>17</b>
3.2.1.	<i>Estatuto da Cidade</i>	18
3.2.2.	<i>Plano Diretor</i>	20
3.2.3.	<i>Zoneamento Ambiental</i>	21
<b>3.3.</b>	<b>Impactos Ambientais em Áreas Urbanas</b>	<b>22</b>
3.3.1.	<i>Impactos em Bacias Hidrográficas</i>	22
<b>3.4</b>	<b>A Relação de Belo Horizonte Com os Rios</b>	<b>27</b>
<b>4.</b>	<b>METODOLOGIA</b>	<b>29</b>
<b>4.1.</b>	<b>Etapas de Elaboração do Trabalho</b>	<b>29</b>
<b>5.</b>	<b>RESULTADOS</b>	<b>32</b>
<b>5.1</b>	<b>Área de Estudo</b>	<b>32</b>
<b>5.2.</b>	<b>Análise Espacial Urbana:</b>	<b>37</b>
5.2.1	<i>Zoneamento</i>	37
5.2.1.	<i>limites e ampliação do parque do trevo</i>	43
5.2.3.	<i>Situação das nascentes</i>	44
5.2.4.	<i>Áreas de proteção permanente</i>	46
<b>5.3.</b>	<b>Visita de Campo</b>	<b>48</b>
5.3.1.	<i>Análise macroscópica da água:</i>	56
<b>5.4.</b>	<b>Quadro de Aspectos e Impactos:</b>	<b>56</b>
5.4.1	<i>Impermeabilização:</i>	58
5.4.2.	<i>Poluição por esgoto:</i>	58

	7
5.4.3. <i>Poluição por resíduos sólidos:</i>	59
5.4.4. <i>Assoreamento:</i>	59
5.4.5. <i>Invasão de APPs:</i>	60
5.4.6. <i>Alterações do canal:</i>	60
<b>5.5. Proposta de Intervenção</b>	<b>60</b>
5.5.1. <i>Ampliação do Parque do trevo:</i>	61
5.5.2. <i>Criação de Nova Unidade de Preservação:</i>	61
5.5.3. <i>Diagnóstico dos Problemas na Coleta de Esgoto e Intervenção no Problema.</i>	62
5.5.4. <i>Projeto de Urbanização do Trecho Inicial da Avenida Francisco Negrão de Lima Visando a Preservação das Áreas Verdes.</i>	62
<b>6. CONCLUSÕES</b>	<b>64</b>
<b>7. REFERÊNCIAS:</b>	<b>66</b>

## LISTA DE SIGLAS

AEIS1- Áreas especiais de interesse social 1  
AEIS2- Áreas especiais de interesse social 2  
APP- Área de preservação permanente  
CAPACIDADES - Programa Nacional de Capacitação das Cidades  
CONAMA- Conselho nacional do meio ambiente  
EHIS- Empreendimento habitacional de interesse social  
EIA- Estudo de impacto ambiental  
IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística  
IZ- Ausência de informação  
OM1- Zona de ocupação moderada 1  
OM2- Zona de ocupação moderada 2  
OM3- Zona de ocupação moderada 3  
OM4- Zona de ocupação moderada 4  
PA1- Zona de preservação ambiental 1  
PA2- Zona de preservação ambiental 2  
PA3- Zona de preservação ambiental 3  
PBH- Prefeitura de Belo Horizonte  
PNAD- Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios  
PNMA- Política nacional do meio ambiente  
PROSAM- Programa de Saneamento Ambiental das Bacias do Arrudas e Onça  
RIMA- Relatório de impacto ambiental  
SIG- Sistema de informações geográficas  
UNESCO- Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura  
USP- Universidade de São Paulo  
ZA- Zona adensada  
ZAP- Zona de adensamento preferencial  
ZAR1- Zona de adensamento restrito 1  
ZAR2- Zona de adensamento restrito 2  
ZCBA- Zona central do barreiro  
ZCBH- Zona central de Belo Horizonte  
ZCVN- Zona Central Venda Nova  
ZE- Zona de grandes equipamentos  
ZEE- Zoneamento ecológico-econômico do Brasil

ZEIS1- Zona de especial interesse social 1  
ZEIS1- Zonas especiais de interesse social 1  
ZEIS3- Zona de especial interesse social 3  
ZHIP- Zona Hiper central  
ZP1- Zona de proteção 1  
ZP2- Zona de proteção 2  
ZP3- Zona de proteção 3  
ZPAM- Zona de preservação ambiental

## INTRODUÇÃO

Os impactos da urbanização sobre bacias hidrográficas crescem como consequência do avanço da mancha urbana. O crescimento muitas vezes desordenado das cidades e a falta de um planejamento urbano mais integrado, englobando de forma dinâmica e interdependente os aspectos econômicos, sociais e ambientais, pensado de forma a respeitar a hidrologia fazem com que cada vez mais bacias hidrográficas urbanizadas sejam impactadas e tenham afetada a sua capacidade de cumprir a maioria de seus serviços ambientais, tão valiosos para sociedade e para os ecossistemas.

O ano de 2021 tem chamado especial atenção para a questão hídrica no Brasil. Os baixos níveis dos reservatórios e os alertas de escassez hídrica servem como um alarme para deterioração dos recursos hídricos, principalmente nas regiões mais densamente povoadas e em contraposição ao aumento do consumo. Em coluna para o jornal da USP o professor Paulo Saldiva enfatiza essa paradoxal realidade vivida no Brasil.

Está anunciada mais uma crise hídrica especialmente no sudeste brasileiro, que é fruto tanto de mudanças climáticas globais, como também da falta de ações locais, que mantenham a mata ciliar e consequentemente as nascentes que abastecem os rios e reservatórios. Além disso, há uma enorme concentração de pessoas, manchas urbanas enormes que cresceram mais do que a capacidade do meio ambiente ao redor prover de água. Isso faz com que busquemos água cada vez mais longe e além disso água não desaparece, ela simplesmente se suja, por falta esgotamento sanitário e tratamento da água em redes urbanas (SALDIVA,2021).

O Brasil no século XX viveu um momento de grande expansão urbana e êxodo rural. O planejamento, fiscalização e infraestrutura necessários para mitigar os impactos às bacias urbanas não acompanharam a velocidade desse crescimento, como já dizia Tucci, no final do século XX:

...A taxa da população urbana brasileira é de 76%. O processo de urbanização acelerado ocorreu depois da década de 60, gerando uma população urbana com uma infraestrutura inadequada. É previsto que o Brasil terá pelo menos duas cidades com mais de 10 milhões de habitantes no ano 2000, sendo que atualmente, pelo menos 12, possuem mais do que 1 milhão. Alguns Estados brasileiros já apresentam características de urbanização de países desenvolvidos, como São Paulo, onde 91% da população é urbana (TUCCI, 1997, p. 03).

Atualmente, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, o IBGE (2021), os dados da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD) 2015 apontam que 85% dos brasileiros vivem em áreas urbanas, sendo que segundo o IBGE (2020) em 2019 existiam 5.127.747 domicílios em aglomerados subnormais, como ao que deu origem a grande parte do adensamento na bacia estudada.

Em uma bacia hidrográfica a maior causa de impactos são as mudanças causadas pelas atividades antrópicas. Lançamento de efluentes tanto domésticos quanto industriais, supressão vegetal nas áreas de preservação permanentes (APPs) e demais áreas da bacia, alterações de relevo e mudanças no canal natural dos cursos d'água são alguns dos impactos mais comuns (SPANGHERO, MOREAU, MACEDO, 2017). Em uma bacia em área urbana esses impactos tendem a ser amplificados pela própria densidade demográfica.

A preservação das margens dos cursos d'água, que são de grande importância para evitar impactos ao corpo hídrico como o assoreamento e de grande valia para fornecer parte do aporte de nutrientes para cadeia alimentar, é essencial. O atual código florestal brasileiro, instituído pela Lei N°12.651, de 25 de maio de 2012 estabelece que algumas zonas das bacias hidrográficas, tanto rurais quanto urbanas, devem ser consideradas áreas de preservação permanente. Em seu artigo 4º define-se quais são as APPs, no caso das margens de cursos com largura equivalente à do Córrego estudado dispõe:

Art. 4º Considera-se Área de Preservação Permanente, em zonas rurais ou urbanas, para os efeitos desta Lei:

I - as faixas marginais de qualquer curso d'água natural perene e intermitente, excluídos os efêmeros, desde a borda da calha do leito regular, em largura mínima de:

a) 30 (trinta) metros, para os cursos d'água de menos de 10 (dez) metros de largura (BRASIL,2012);

As nascentes são o primórdio de qualquer curso d'água, constituem-se do afloramento freático e sua preservação é de vital importância para a saúde ambiental das bacias hidrográficas, pois, para cumprirem seu papel ideal, as nascentes devem fornecer água em quantidade e qualidade satisfatórias durante todo o ano (CALHEIROS et al., 2009 apud LEAL et al., 2017). Estas portanto também carecem de atenção e têm sua área de proteção explicitada no mesmo artigo em que se define as APPs para margens de cursos d'água, o inciso IV trata: “As áreas no entorno

das nascentes e dos olhos d'água perenes, qualquer que seja sua situação topográfica, no raio mínimo de 50 (cinquenta) metros” (BRASIL,2012).

Apesar do descrito na legislação, é um fato cotidiano que as APPs não são consideradas no uso e ocupação do solo na grande maioria das vezes. Belo Horizonte é um exemplo significativo de cidade em que grande parte dos córregos e rios foram canalizados, por cima construídas avenidas e em suas margens grandes edificações. Muitas dessas áreas urbanas foram consolidadas antes mesmo do código florestal vigente ser criado.

Porém ainda hoje, dentro de Belo Horizonte, existem bacias cujo adensamento urbano é recente e inacabado, como é o caso de grande parte da Bacia do Córrego Olhos D'água. Neste caso, os estudos dos impactos já causados, a proposição de medidas para evitar que a evolução da mancha urbana os amplie e medidas para mitigar os já existentes são de extrema importância para manutenção da qualidade ambiental na bacia.

A microbacia do Córrego Olhos D'água faz parte da bacia do Córrego do Onça e é um dos cursos que contribui diretamente para a Lagoa da Pampulha. Existem várias nascentes espalhadas pela região do bairro Trevo e Céu Azul e seu o curso d'água vem sofrendo cada vez mais pressão pelo adensamento urbano relativamente recente e acelerado da região.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo Geral**

Analisar o adensamento urbano na bacia elementar do Córrego Olhos D'água e seus impactos à bacia do Córrego Olhos D'água.

### **2.2. Objetivos Específicos**

- a) Estudar os prováveis impactos ambientais sofridos por bacias hidrográficas em áreas urbanas;
- b) Analisar o adensamento urbano ocorrido nos bairros que comportam a bacia do Córrego Olhos D'água;
- c) Levantar os principais impactos ambientais ocorridos na bacia do Córrego Olhos D'água;
- d) Elaborar uma proposta para recuperação da área estudada.

### 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1. Urbanização no Brasil

O Brasil em meio século saiu de um país predominante rural para ter 81% da sua população vivendo em cidades (CAPACIDADES,2018). Esse crescimento urbano rápido não veio acompanhado de investimento em planejamento e infraestrutura em proporção e velocidade compatível com a necessidade. Esse adensamento acelerado ocorreu de forma mais marcante a partir da década de 60 (TUCCI, 1997).

Como um dos resultados desse crescimento desordenado das cidades, segundo IBGE (2020), existem 5.127.747 milhões de domicílios em aglomerados subnormais geradas, em grande parte pela ineficiência estatal em acompanhar o ritmo de crescimento urbano:

Essa transformação no perfil de urbanização do país deixa claro, através de números, o processo de inchamento populacional das cidades que não foi, entretanto, acompanhado por um incremento na infraestrutura disponível, comprometendo as condições de vida oferecidas à população. Termos como favelização, cortiços, problemas urbanos, transporte de massa, caos urbano, planejamento urbano, planos urbanos, esvaziamento dos centros, diagnóstico dos problemas da cidade, dentre outros, passam a fazer do vocabulário dos que vivem, governam e estudam as cidades. (CAPACIDADES, 2018, p.01)

A urbanização no Brasil passou por várias fases e a noção de planejamento urbano começou a ser desenvolvida bem antes da grande expansão urbana iniciada na década de 1960. Segundo a organização do Programa Nacional de Capacitação das Cidades, o CAPACIDADES (2018), podemos dividir o planejamento urbano brasileiro em 3 grandes fases.

A primeira fase, que durou de 1875 a 1930, foi a dos melhoramentos e embelezamentos. Tendo como referência as reformas nas cidades europeias, nessa fase tivemos obras focadas nas mudanças de frações das cidades, não era um planejamento holístico, mas sim uma reforma local (RODRIGUES e FILHO, 2013).

Essa fase marcava a proposta urbana da nova classe dominante que buscava rejeitar o passado colonial do Brasil e usou o planejamento urbano como forma de impor e materializar sua ideologia. Nessa época surgiram as grandes avenidas, praças e monumentos (CAPACIDADES,

2018). Tem-se também foco em infraestrutura, como ferrovias e ampliação do sistema viário, além de obras de saneamento (LEME,1999 apud RODRIGUES e FILHO, 2013).

Em 1906 houve a inauguração da Avenida Central no Rio de Janeiro. Esse evento é apontado como o início da queda dos planos de melhoramentos e embelezamentos. uma vez que obras tão grandes e dispendiosas, usavam muitos já escassos recursos do governo. As administrações públicas então começaram a elencar outras prioridades que não tais grandes obras (VILLAÇA,1999 apud RODRIGUES e FILHO, 2013).

A segunda fase foi marcada pelo planejamento e planos tecnocráticos. Essa foi a de maior duração e é dividida em subperíodos. O momento é marcado por planos guiados por um ideal diferente da primeira fase. Nesse momento o ideal seguido é de grande importância, inclusive, é ele que justifica o plano. São planos cheios de técnicas e base científicas teóricas, muitas vezes não se pensava tanto no quão exequíveis eram, se confiava na ideia por trás (VILLAÇA,1999 apud RODRIGUES e FILHO, 2013).

Outro fato marcante do contexto político e histórico da época é que essa fase se inicia em um momento em que existia um movimento de crescente organização e consciência das classes trabalhadoras e um consequente enfraquecimento das classes dominantes, movimento social que fica claro com o fim da República Velha e com a Revolução de 30. Na ótica do planejamento urbano essa ascensão de consciência das classes operárias fez crescer as críticas à derrubada de bairros inteiros ocupados por casebres para construção de empreendimentos imobiliários, que só atendiam às elites e aos empresários do ramo (CAPACIDADES, 2018). Ainda no contexto das cobranças sociais da década de 1930 Maricato (1997) relata:

[...]tem início um período de inconseqüência e inutilidade da maioria dos planos elaborados no Brasil. De um lado, havia a impossibilidade de ignorar os “problemas urbanos”, de outro, a impossibilidade de dedicar o orçamento público apenas às obras – especialmente às obras viárias, vinculadas à lógica do capital imobiliário –, de maneira aberta ao debate, sem sofrer críticas. Quando a preocupação social surge no texto, o plano não é mais cumprido. Ele se transforma no plano-discurso. No plano que esconde ao invés de mostrar. Esconde a direção tomada pelas obras e pelos investimentos que obedecem a um plano não explícito. A elite brasileira não era suficientemente hegemônica para divulgar e impor seu plano (MARICATO,1997, p.119).

O primeiro subperíodo dessa fase é marcado pelo lançamento dos planos agache no Rio de Janeiro e Prestes Maia em São Paulo. Esse foi o início de uma visão mais abrangente da cidade como um todo. Apesar de ainda se manter um foco no centro, houve a busca pela interligação das áreas de centro, bairros e periferias através de obras viárias. Nesse período então são criados os primeiros zoneamentos, legislações urbanísticas e órgãos públicos de planejamento urbano. Em síntese essa marcou mudança radical nas cidades principalmente no que diz respeito à facilitação na locomoção entre as zonas, possibilitada por obras viárias baseadas nessa nova visão técnica de cidade como um todo (VILLAÇA, 1999 apud RODRIGUES e FILHO, 2013; CAPACIDADES, 2018).

O segundo subperíodo, que vai de 1965 a 1971, é uma época em que o urbanismo brasileiro foi marcado pelos chamados super planos ou planos integrados. Nessa fase foram compostos planos que deixaram de considerar apenas aspectos físico-arquitetônicos, eles passam a ter um caráter interdisciplinar enxergando a cidade de forma mais integrada. Uma mudança gerada pelo novo “modelo” de planos é que eles não eram mais feitos por técnicos das prefeituras, e sim por escritórios privados e equipes técnicas diversificadas (RODRIGUES e FILHO, 2013). Esses planos segundo CAPACIDADES (2018) são confirmação de distanciamentos dos planos da exequibilidade. As principais características dos superplanos eram:

[...]a- “Distanciamento crescente entre, de um lado, os planos e suas propostas e de outro, as possibilidades de sua implementação por parte de administração pública”

b- “Pelo seu conflito com uma administração pública crescente setORIZADA e especializada, principalmente se considerarmos que vários planos emitiam recomendações endereçadas aos vários órgãos das esferas municipal, estadual e federal”; e

c- “Outra manifestação da alienação dos planos integrados está na ideia de sua ‘aprovação’ e ‘execução.’” (VILLAÇA, 1999 apud CAPACIDADES, 2018, p.07)

O terceiro subperíodo foi caracterizado pelos planos sem mapa. Um dos marcos desse período foi a aprovação do plano diretor de desenvolvimento integrado do município de São Paulo em 1971. Como uma reação aos superplanos, que não conseguiram ser executados no período anterior, os planos desse período eram mais enxutos e simples que os detalhados e sofisticados planos anteriores (RODRIGUES e FILHO, 2013).

O terceiro período do planejamento urbano no Brasil se inicia na década de 1990 e vai até 2001 quando acontece a promulgação do Estatuto das Cidades. Essa fase é marcada por uma maior

politização dos planos, acompanhando uma demanda popular por voz e participação crescente resultante da redemocratização (RODRIGUES e FILHO, 2013). E traz consigo alguns avanços estabelecidos pelos artigos 182 e 183 da constituição de 1988 que tratam da política urbana (Brasil, 1998). Entre os avanços legislativos trazidos pela constituição de 1988 estão no artigo 182:

§ 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. (BRASIL, 1988).

Este artigo passa a ser o respaldo constitucional, para que a ideia de interesse coletivo mesmo no que toca a propriedade privada seja levado em consideração. O bem privado, deve estar em harmonia com os interesses coletivos, ou o proprietário passa a poder sofrer sanções.

### **3.2. Planejamento Urbano e o Meio Ambiente**

As atividades antrópicas, desde os primórdios das sociedades e de forma cada vez maior e mais significativa ao longo da história, geraram mudanças ambientais, seja como fim ou como meio para um objetivo. No que tange a urbanização e as ocupações humanas não é diferente. Segundo Cassilha & Cassilha (2009) algumas mudanças vêm acontecendo de forma desenfreada sem a observação da limitação e da finitude do meio ambiente e cita problemas recorrentes causados pela atividade humana e urbanização:

Como exemplo, podemos citar os desmatamentos, as modificações nos diversos ecossistemas, a impermeabilização e a erosão do solo, a poluição e posterior canalização dos rios, tendo como conseqüências às diversas catástrofes naturais ocorridas atualmente e as alterações climáticas num nível global. (CASSILHA & CASSILHA, 2009, p. 73).

No ideário da sociedade na qual vivemos hoje, a melhoria da qualidade de vida está atrelada a modificação do meio natural para transformar recursos naturais em bens materiais e de consumo. A urbanização dentro dessa engrenagem também implica em transformar o ambiente natural em ambiente construído. Isso muitas vezes cria polarização que contrapõem a defesa ambiental e o desenvolvimento, taxando os movimentos ambientalistas como anti desenvolvimentistas. Essa visão, porém, ignora os problemas que as áreas urbanas mundo afora já estão enfrentando como carências de recursos naturais, mudança do clima e aumento dos eventos extremos, mudanças demográficas e sociais associadas à urbanização e ao crescimento populacional, entre outros desafios. (CDB, 2012; CASSILHA & CASSILHA, 2009).

### *3.2.1. Estatuto da Cidade*

No século XXI, o urbanismo no Brasil tem como marco o Estatuto das cidades (BRASIL, 2001). Após a promulgação da nova constituição, que trouxe a questão urbana para legislação, várias propostas de lei foram feitas para tentar assegurar a aplicação das diretrizes constitucionais, nenhuma vingou de imediato. Uma delas, apesar da demora e omissão no processo, ganhou força, o projeto de lei federal 181 de 1989, autodenominado estatuto da cidade. Após pouco mais de uma década de espera e aprimoramento do texto, este seria aprovado por unanimidade. Essa legislação trouxe como objetivos da política urbana no Brasil temas que podem ser divididos segundo Bassul (2002) em quatro grupos de proposições:

- Promover a gestão democrática das cidades;
- Oferecer mecanismos para a regularização fundiária;
- Combater a especulação imobiliária;
- Assegurar a sustentabilidade ambiental, social e econômica dos núcleos urbanos.

Ainda segundo Bassul (2002), essas diretrizes gerais são colocadas em prática através dos instrumentos estabelecidos pelo estatuto. O artigo 4 traz os instrumentos da legislação:

Art. 4o Para os fins desta Lei, serão utilizados, entre outros instrumentos:

I – planos nacionais, regionais e estaduais de ordenação do território e de desenvolvimento econômico e social;

II – planejamento das regiões metropolitanas, aglomerações urbanas e microrregiões;

III – planejamento municipal, em especial:

a) plano diretor;

b) disciplina do parcelamento, do uso e da ocupação do solo;

c) zoneamento ambiental;

d) plano plurianual;

e) diretrizes orçamentárias e orçamento anual;

f) gestão orçamentária participativa;

g) planos, programas e projetos setoriais;

h) planos de desenvolvimento econômico e social;

IV – institutos tributários e financeiros:

a) imposto sobre a propriedade predial e territorial urbana - IPTU;

b) contribuição de melhoria;

c) incentivos e benefícios fiscais e financeiros;

V – institutos jurídicos e políticos:

a) desapropriação;

b) servidão administrativa;

c) limitações administrativas;

d) tombamento de imóveis ou de mobiliário urbano;

e) instituição de unidades de conservação;

f) instituição de zonas especiais de interesse social;

g) concessão de direito real de uso;

h) concessão de uso especial para fins de moradia;

i) parcelamento, edificação ou utilização compulsórios;

j) usucapião especial de imóvel urbano;

l) direito de superfície;

m) direito de preempção;

n) outorga onerosa do direito de construir e de alteração de uso;

- o) transferência do direito de construir;
  - p) operações urbanas consorciadas;
  - q) regularização fundiária;
  - r) assistência técnica e jurídica gratuita para as comunidades e grupos sociais menos favorecidos;
  - s) referendo popular e plebiscito;
  - t) demarcação urbanística para fins de regularização fundiária; (Incluído pela Lei nº 11.977, de 2009)
  - u) legitimação de posse. (Incluído pela Lei nº 11.977, de 2009)
- VI – estudo prévio de impacto ambiental (EIA) e estudo prévio de impacto de vizinhança (EIV). (BRASIL, 2001)

Esses instrumentos, elaborados para se pôr em prática os princípios constitucionais da política urbana, são o grande avanço do estatuto das cidades e alguns por si só têm tanta importância no planejamento urbano que merecem ser aprofundados à parte.

### 3.2.2. *Plano Diretor*

O Capítulo III do estatuto das cidades (BRASIL, 2001) é dedicado a esse instrumento chave do planejamento urbano municipal. Segundo Braga (1995), os planos diretores municipais, como instrumento primordialmente político, têm como objetivo democratizar e dar transparência à política urbana. São três os aspectos que devem ser frisados em um bom plano. Deve agregar a técnica à viabilidade política, deve trazer transparência às prioridades de urbanização no município e, como previsto na constituição, deve trazer a democratização ao levar em consideração a participação de entidades representativas da sociedade no planejamento municipal.

O plano diretor é obrigatório para cidades com mais de 20 mil habitantes, cidades que fazem parte de regiões metropolitanas ou aglomerações urbanas e para as que se enquadram em algumas outras especificidades citadas no artigo 41 do Estatuto das cidades. Ainda segundo a mesma legislação no § 3º do artigo 42, este deve ser revisado pelo menos a cada 10 anos (BRASIL, 2001).

Do ponto de vista técnico, um plano diretor deve apresentar uma série de conteúdos mínimos e seguir uma estrutura. Entre elas estão contidas no artigo 42 do estatuto das cidades a seguintes exigências:

Art. 42. O plano diretor deverá conter no mínimo:

I – a delimitação das áreas urbanas onde poderá ser aplicado o parcelamento, edificação ou utilização compulsórios, considerando a existência de infraestrutura e de demanda para utilização, na forma do art. 5º desta Lei;

II – disposições requeridas pelos arts. 25, 28, 29, 32 e 35 desta Lei;

III – sistema de acompanhamento e controle. (BRASIL, 2001).

Além do conteúdo comum a todos os municípios com plano diretor, os que constam no cadastro nacional de municípios com áreas suscetíveis à ocorrência de deslizamentos de grande impacto, inundações bruscas ou processos geológicos ou hidrológicos devem conter em seus planos:

- Parâmetros de uso e ocupação que promova a diversidade de uso e geração de renda
- Mapeamento das áreas suscetíveis a processos hidrológicos e geológicos
- Planos de intervenção e realocação para as áreas de risco
- Medidas de drenagem e obras urbanas que mitiguem os impactos dos desastres naturais
- Identificação e medidas de preservação das áreas verdes visando a diminuição da impermeabilização do solo.

### 3.2.3. Zoneamento Ambiental

O zoneamento ambiental como instrumento de planejamento urbano, é parte essencial de um plano diretor, ele aparece por vezes na legislação federal brasileira. Tanto no artigo 4 do Estatuto das Cidades, citado como um dos instrumentos da política urbana, quanto na política nacional do meio ambiente (PNMA), no artigo 9, como instrumento da política, aparece o zoneamento ambiental (BRASIL, 2001;1981). De forma mais implícita a própria constituição em seu artigo 225 (BRASIL, 1988) trata que para preservação do direito coletivo a um meio ambiente ecologicamente equilibrado, incumbe ao poder público:

...III - definir, em todas as unidades da Federação, espaços territoriais e seus componentes a serem especialmente protegidos, sendo a alteração e a supressão permitidas somente através de lei, vedada qualquer utilização que comprometa a integridade dos atributos que justifiquem sua proteção;(BRASIL, 1988)

O zoneamento ambiental, tratado no inciso II do artigo 9 da PNMA como zoneamento ecológico-econômico do Brasil (ZEE), é, segundo esta legislação, um instrumento de organização do território a ser seguido obrigatoriamente na implantação de planos, obras e atividades públicas e privadas. Esse instrumento cria padrões urbanísticos, divisões de uso e ocupação e outras medidas que buscam garantir os recursos naturais e a qualidade ambiental para a atual sociedade e futuras gerações. Essas definições do zoneamento devem ser obrigatoriamente vinculadas a projetos e planos públicos e privados de forma que os outros interesses sejam alinhados ao ZEE (BRASIL, 1981).

Segundo Santos e Ranieri (2013), o zoneamento ambiental além de sua importância como instrumento em si ainda interage de forma proveitosa, se valendo de informações e servindo de suporte aos estudos com EIA e RIMA.

### **3.3. Impactos Ambientais em Áreas Urbanas**

Nas cidades ou meio urbano, aspectos da cultura, como o consumo de bens industrializados, a necessidade de uso de água aduzida e tratada de alguma fonte, influenciam a forma como o ambiente se apresenta. Essas necessidades exacerbadas pelos hábitos exagerados de consumo da nossa sociedade geram grande parte dos impactos negativos no meio urbano (MUCELIN e BELLINI, 2008).

A própria expansão da mancha urbana gera problemas como o agravamento das cheias e enchentes provocadas pela impermeabilização do solo (SILVA e PORTO, 2003). A perda de habitats e geração de poluentes são outros impactos negativos intensificados pela urbanização.

#### *3.3.1. Impactos em Bacias Hidrográficas*

Em área urbana, a hidrologia apresenta várias peculiaridades em relação a áreas de vegetação nativa ou rurais. Isso ocorre devido à intensidade das ocupações humanas e ao grau de alteração do meio ambiente natural (BOTELHO e SILVA, 2010 apud FRITZEN e BINDA, 2011, p. 239).

De forma mais detalhada os principais processos que alteram os ciclos hidrológicos nas cidades são a impermeabilização do solo, remoção da vegetação, alterações morfológicas na topografia, obras de engenharia nos canais fluviais e deposição irregular de resíduos. Estes causam como principais consequências assoreamento de rios urbanos, ampliação da magnitude e frequência

de enchentes, erosão dos solos e dos canais fluviais, movimentos de massa e outros impactos negativos (FRITZEN e BINDA, 2011).

Segundo Silva e Porto (2013), um dos principais problemas que incidem sobre a proteção dos mananciais é que o uso e ocupação do solo e seu disciplinamento não são de responsabilidade do órgão responsável pela gestão de recursos hídricos, mas sim de cada município pertencente àquela bacia produtora. A rotineira falta de integração entre essas gestões é o que gera grande parte dos impactos sofridos pelas bacias hidrográficas urbanizadas. Um exemplo de como o uso e ocupação do solo impacta o ciclo das bacias e gera perdas para a própria cidade são as enchentes urbanas.

O problema das cheias urbanas é um problema de alocação de espaço. Os rios, na época das chuvas, veiculam mais água e necessitam, para tanto, de espaço para esse transporte. O espaço assim ocupado é denominado várzea do rio. Ora, se a cidade ocupa esse espaço, o rio o reclamará de qualquer forma e invadirá as áreas urbanizadas. A única forma de controlar as enchentes é, portanto, prover espaço para que a água ocupe seu lugar, o que pode ser conseguido através da preservação das áreas de várzea, ou da criação de novos espaços de detenção/retenção, como é o caso da implantação dos piscinões na região. (Silva e Porto, 2013, p. 135).

Segundo Tucci (2002; 2003a; 2003b apud FRITZEN e BINDA, 2011), às inundações urbanas podem ser divididas em dois tipos. As inundações ribeirinhas são aquelas que ocorrem nas áreas de várzea naturais do rio e são um fenômeno natural e rotineiro. Nestas o erro está na ocupação dessas áreas naturalmente alagáveis. O segundo tipo são as inundações causadas pela urbanização. Essa sim são consequências da expansão da mancha urbana de forma geral, que gera impermeabilização, geração de resíduos e disposição inadequada e obras geotécnicas e de engenharia sem o devido planejamento integrado.

A impermeabilização, uma das principais causas das inundações urbanas, é algo inerente ao atual processo de urbanização. Segundo Tucci (2000), a impermeabilização de uma parcela pequena de um lote, como 7% da área, já resulta em um aumento em 2,15 vezes no volume de escoamento superficial. Nos lotes de áreas mais adensadas, comuns nas áreas urbanas, uma impermeabilização de 80% do lote resulta em escoamento 8,6 vezes maior que numa mesma área em zona rural.

Pode-se observar como o uso e ocupação do solo geram drásticas mudanças nas bacias. A impermeabilização em questão aumenta o escoamento superficial e os picos de cheia e por consequência aumenta as inundações e diminui a recarga das águas subterrâneas. Segundo Booth (1991, apud FRITZEN e BINDA, 2011) isso acarreta diminuição da disponibilidade de água nos lençóis subterrâneos e consequente decréscimo da vazão dos rios nos períodos de estiagem. Esses impactos são de certa forma proporcionais ao adensamento urbano da bacia como mostram os resultados de Tucci (2000, p. 67):

Nos resultados foram obtidos alguns valores médios que permitem analisar o impacto da urbanização a nível de bacia. Um resumo destes indicadores são:

- Um habitante introduz cerca de 49m<sup>2</sup> de área impermeável numa bacia.
- Para cada 10% de aumento da área impermeável ocorre cerca de 100% de aumento no coeficiente de escoamento superficial
- Apenas o arruamento produz aumento do volume e do coeficiente de escoamento de 260% e para cada 13% de área impermeável no lote ocorre um aumento de 115% no coeficiente de escoamento.

Para conter as inundações e dar vazão ao escoamento superficial crescente, as cidades fazem obras de canalização e retificação dos cursos d'água. Segundo Baptista e Cardoso (2013, p. 142):

Em áreas urbanas, a adoção das técnicas de engenharia tradicionais, geralmente associadas ao uso do concreto, é observada em larga escala, sendo o conceito de rápida evacuação das águas pluviais responsável pela retificação e canalização de um significativo número de rios e córregos, tanto no panorama nacional quanto no estrangeiro.

Baptista e Cardoso (2013) ainda dissertam em como essa tendência de canalizações subterrâneas das drenagens pluviais e de águas servidas, remanescente do higienismo europeu importada para o Brasil, causam uma progressiva perda do papel das águas na paisagem urbana. Segundo Botelho e Silva (2010 apud FRITZEN e BINDA, 2011), a canalização, que consiste no aumento da secção transversal do curso d'água também facilita a ocupação das margens, promove a perda da vegetação marginal e tem por consequência a perda da possibilidade de infiltração e armazenamento da água nessas áreas. Essa ocupação da área expõe a população à risco uma vez que o dimensionamento da canalização por muitas vezes não é suficiente para comportar a vazão gerada por eventos climáticos cada vez mais extremos e áreas cada vez mais

impermeabilizadas. Como consequência existe um impacto social e de saúde pública causado pelas enchentes.

A erosão e consequente assoreamento dos cursos d'água tem uma dinâmica bem diferente nas cidades e em áreas rurais. Nas cidades esse processo é mais expressivo até a consolidação das áreas urbanas. Acontece pelo carreamento do solo fragilizado devido à retirada da vegetação, aos cortes de relevo e outras obras geotécnicas. Após a consolidação da área urbana a geração de sedimentos tende a diminuir (TUCCI e COLLISCHONN, 2000).

O lançamento de efluentes não tratados nos corpos hídricos, principalmente em áreas urbanas, muitas vezes é um dos principais impactos sofridos nas bacias e acontece nas mais diferentes áreas urbanas. Segundo o IBGE (2020), em 2017 apenas 62,8% dos municípios brasileiros tratam seu esgoto. Mesmo naqueles municípios onde existe a coleta e tratamento dos efluentes, quase sempre parte da população é desassistida. Segundo Archela et al. (2003, p. 520):

“Por outro lado, é sabido que uma boa parcela das populações não assistidas pelas redes de tratamento de esgotos, executam ligações clandestinas nas galerias pluviais ou lançam o esgoto “in natura” diretamente nos córregos das cidades.”

Em tese, visto o vasto espectro de impactos negativos causados pelo lançamento de efluente in natura nos corpos d'água, a legislação federal através da resolução CONAMA 430 (CONAMA, 2011), que condiciona o lançamento à:

Art. 3 Os efluentes de qualquer fonte poluidora somente poderão ser lançados diretamente nos corpos receptores após o devido tratamento e desde que obedeçam às condições, padrões e exigências dispostos nesta Resolução e em outras normas aplicáveis.

Parágrafo único. O órgão ambiental competente poderá, a qualquer momento, mediante fundamentação técnica:

I - acrescentar outras condições e padrões para o lançamento de efluentes, ou torná-los mais restritivos, tendo em vista as condições do corpo receptor; ou

II - exigir tecnologia ambientalmente adequada e economicamente viável para o tratamento dos efluentes, compatível com as condições do respectivo corpo receptor.

Segundo Tucci (1997), esgotos domésticos e industriais são a principal fonte de poluição dos mananciais urbanos. Os rios urbanos sofrem ainda contaminação de fontes como drenagens pluviais agregadas a lixo, escoamento superficial de áreas agrícolas contaminadas, e as próprias contribuições de águas subterrâneas previamente contaminadas.

### ***3.3.1.1. Impactos e Preservação de Nascentes Urbanas***

Segundo Beckauser e Destefani (2018), sendo as nascentes urbanas, é muito provável que essas estejam sofrendo algum grau de impacto pela urbanização e antes de se propor medidas de recuperação é importante focar em levantar as causas principais dos impactos negativos. Felipe e Junior (2009) ponderam que os principais impactos à dinâmica hidráulica das nascentes urbanizadas se dão pelo adensamento populacional, que aumenta a demanda por recursos hídricos pressionando os lençóis, e pelo aumento da densidade das construções que aumentam a impermeabilização e comprometem a recarga. Ainda segundo Felipe e Junior (2009, p. 09):

Acredita-se que as principais consequências das intervenções urbanas na dinâmica das nascentes são as alterações de vazão. Em casos extremos, a redução do fluxo pode significar o desaparecimento da nascente, sua transformação em nascente temporária ou sua migração para jusante. Isso se explica pelo fato dos sistemas hidrológicos envolverem uma cadeia de processos interconectados, nos quais a ruptura dos fluxos de energia e matéria altera sua dinâmica e as características das nascentes.

Dias (2004) apud Gomes, Melo e Vale (2005) propõem que para se fazer uma análise macroscópica da qualidade da água e preservação ou degradação de uma nascente é importante pesar alguns itens:

- Coloração aparente da água;
- Odor da água;
- Lixo no entorno;
- Materiais flutuantes;
- Presença de espumas e óleo;
- Presença de emissários de esgoto;
- Vegetação do entorno;

- Uso por animais domésticos;
- Uso antrópico;
- Meios de proteção e identificação;
- Distância das residências e tipo de área em que está inserida.

### **3.4 A Relação de Belo Horizonte Com os Rios**

Belo Horizonte foi planejada para ser a nova capital do estado de Minas Gerais e aprovada pelo Congresso Mineiro em 1893, com a missão de deixar o passado colonial que permeia Ouro Preto e trazer a república e a modernidade (ARAÚJO; COSTA, 2019). Os rios foram logo de início afetados pela urbanização. A atividade social se formou nas bacias dos rios que hoje cortam a capital, e seu desenvolvimento gerou diversas transformações no meio. Belo Horizonte, por meio da técnica e influência higienista, buscou a substituição da natureza e de seus elementos variáveis e supostamente imprevisíveis por espaços controlados e livres para circulação. A consequência dessa ideia de planejamento urbano para os rios da cidade foram obras de canalização, retificação e construção de avenidas sanitárias nos fundos de vale até então naturais (MELO, 2019).

Essa visão se perpetuou durante o crescimento da cidade e hoje é vista não só no Centro planejado, mas por toda extensão das crescentes periferias da metrópole. A estratégia corriqueira na visão urbanística da época, tanto no Brasil quanto no mundo, condenou logo de início os principais cursos da capital mineira à morte e foi minguando a qualidade ambiental e os serviços ecossistêmicos prestados pelas bacias:

É importante nos atentarmos ao fato de que a sonhada cidade da salubridade tinha, já na primeira década de existência, o Ribeirão Arrudas correndo poluído em meio à zona urbana. Isso se deveu ao planejamento do sistema de tratamento de esgoto da cidade, que já nasce seriamente limitado devido a dificuldades financeiras. Como consequência, as águas pluviais e o esgoto foram diretamente lançados no Ribeirão Arrudas, desprovidos de qualquer tratamento (FJP, 1997, P.76), o que deixou as águas impróprias tanto para uso doméstico como agrícola. Isso já mostrava que a cidade real se desviava dos propósitos técnicos do seu discurso fundador.

Assim, combinando-se as obras de retificação e aprofundamento do canal do Arrudas na área central da cidade, ocorridas logo após a fundação da capital, com a poluição que logo se tornaria grave, o principal curso d'água de Belo Horizonte, já começo de sua vida urbana, vai sendo mortificado. (MELO,2019, p.16.)

Nesse processo de crescimento da cidade, as margens dos córregos e rios da capital eram a solução mais viável para a população carente advinda do campo ocupar. Assim, juntamente com o crescimento dos latifúndios nas regiões rurais e êxodo rural, cresceram as favelas à margem dos mortificados cursos d'água da metrópole (ARAÚJO; COSTA, 2019).

No final da década 1960 e início da década de 1970, Belo Horizonte chegou ao auge de sua crise sanitária e a necessidade de enfrentamento desses problemas levou ao desenvolvimento do Programa de Saneamento Ambiental das Bacias do Arrudas e Onça (PROSAM). O programa que contou com financiamento do Banco mundial e iniciou-se em 1992, visou a implementação de redes de esgoto, controle de resíduos sólidos e criação de avenidas sanitárias, contudo observa-se que ainda hoje os problemas de Belo horizonte e sua relação com a hidrologia estão longe de serem resolvidos, como as recentes inundações exemplificam bem (ARAÚJO e COSTA, 2019; MINAS GERAIS, 1994).

## 4. METODOLOGIA

Essa pesquisa tem caráter qualitativa/quantitativa. Uma pesquisa qualitativa se trata de uma abordagem que não busca enumerar ou medir eventos, ela busca a obtenção de dados descritivos (NEVES,1996). Já a pesquisa quantitativa, gera resultados quantificáveis, focada na objetividade ela recorre à linguagem matemática para expressar as causas de um fenômeno (FONSECA, 2002).

### 4.1. Etapas de Elaboração do Trabalho

A metodologia é dividida em algumas etapas:

1. A primeira trata-se de uma revisão bibliográfica dos temas pertinentes ao trabalho constando: Processo de urbanização no Brasil, planejamento urbano e instrumentos de proteção ambiental, estatuto das Cidades, plano Diretor, zoneamento, adensamento urbano, impactos ambientais em áreas urbanas, bacias hidrográficas urbanas, preservação de nascentes urbanas e a relação histórica de Belo Horizonte com a sua hidrografia.
2. A segunda etapa trata-se de uma pesquisa documental, em bancos de dados da prefeitura, para levantamento de informação relativa aos bairros que fazem parte da bacia (Trevo, Garças e Comunidade Dandara).
3. A terceira trata da obtenção de dados de sistema de informações geográficas (SIG) como número e localização de nascentes e APPs, além de fotografias aéreas no portal BH map. (PBH, 2021) da prefeitura de Belo Horizonte e em outras fontes complementares para compor uma série histórica representativa das mudanças no adensamento da bacia até os dias de hoje.
4. Após o levantamento dos dados secundários, os aspectos observados e os possíveis impactos relacionados foram utilizados na elaboração de uma Matriz de avaliação de impactos ambientais baseada nos princípios do método de *checklist* e da ponderação de magnitude e severidade da Matriz Leopold preenchida com auxílio de visitas de campo para diagnóstico do grau de impacto.

De acordo com Costa et al. (2005) esta matriz é uma das mais usadas atualmente na avaliação de impactos ambientais, trata-se de um método bidimensional que relaciona ações a fatores ambientais. A matriz de Leopold foi desenvolvida em 1971 para o Serviço Geológico dos EUA. Ainda segundo Costa et al. (2005) o princípio da matriz é de assinalar as possíveis interações entre as ações e os fatores, e graduar a magnitude dos impactos resultantes.

Já o método de *checklist* consiste na identificação direta dos impactos e enumeração a partir do diagnóstico ambiental. Ele é largamente utilizado em estudos preliminares para identificar impactos relevantes. O método facilita a compreensão das informações qualitativas e sua organização. (MORAES e D'AQUINO, 2016). Na Figura 4.1 podemos observar um modelo de matriz de levantamento de impactos elaborado.

**Figura 4.1-** Planilha de impactos usada no trabalho com exemplo de aplicação.

Aspectos	Impactos	Magnitude	Severidade	Grau de impacto
Canalização	Perda de biodiversidade	4	5	20
	Mudanças no regime hidráulico natural	4	4	16

**Fonte-** Próprio autor

A ponderação de magnitude leva em conta a extensão do impacto na bacia e possível extrapolação de seus limites. Já a severidade leva em conta a significância qualitativa e a reversibilidade dos impactos. Elencados os impactos, foram elaboradas propostas relacionadas a soluções de engenharia ambiental, planejamento urbano e mudanças de diretrizes de uso e ocupação de solo, para melhoria do panorama da bacia.

Magnitude é considerada como:

- 1: Quando o impacto for localizado não afetando diretamente o resto da bacia;
- 2: Quando o impacto for localizado, porém refletir em outras áreas da bacia, ou quando acontecer de forma um pouco mais difusa;
- 3: Quando o impacto for difuso afetando uma grande parte da bacia ou quando for localizado, porém se repetir estando presente em grande parte da bacia;
- 4: Quando o impacto ocorrer em toda extensão da bacia;
- 5: Quando o impacto extrapolar a bacia e atingir de forma significativa as regiões adjacentes.

A severidade é classificada como:

- 1: Quando o impacto tiver baixa relevância e fácil reversibilidade, sem necessidade de grandes intervenções ou recursos;
- 2: Quando o impacto for de média significância e fácil reversibilidade;
- 3: Quando o impacto for de média significância e complexidade de reversão;
- 4: Quando o impacto for de grande significância, mas com grande dificuldade técnica ou econômica de reversão;
- 5: Quando o impacto for de grande significância e não houver viabilidade técnica de reversão em prazo mensurável.

Para ponderação acima entende-se por significância o potencial ou a geração de fato de perda de qualidade e/ou saúde ambiental.

O resultado final de grau de cada impacto é gerado pelo produto da magnitude pela severidade, a fim de expressar de forma quantitativa a análise qualitativa feita nas etapas anteriores e dando embasamento para elaboração de prioridades para a etapa seguinte, de elaboração da proposta de intervenção.

**5.** Por fim, a quinta etapa consiste na verificação dos resultados e impactos levantados e elaboração de um plano com propostas de intervenção e viabilidades para melhoria e preservação da qualidade ambiental da bacia.

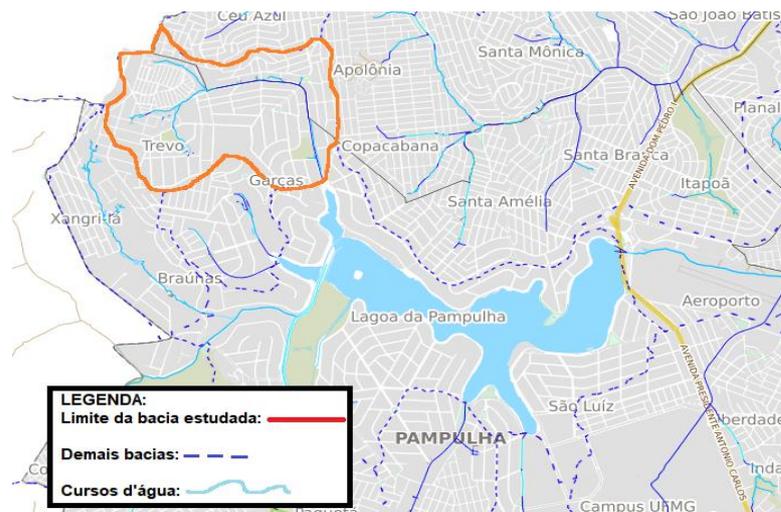
## 5. RESULTADOS

### 5.1 Área de Estudo

Este subcapítulo faz uma breve contextualização da bacia hidrográfica, estudo dentro do município de Belo Horizonte. Passando brevemente pelo seu histórico urbano e levantando questões posteriormente aprofundadas.

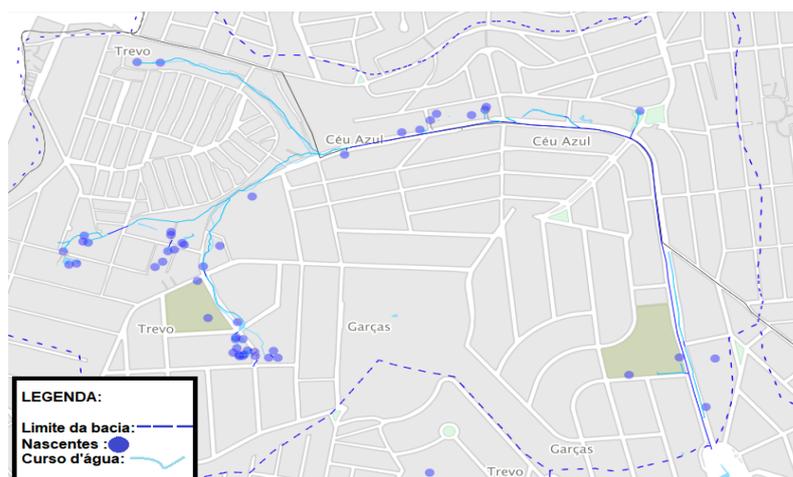
O foco do trabalho é a bacia do Córrego Olhos D'água, uma das sub-bacias da bacia do Ribeirão do Onça e contribuinte direta da Lagoa da Pampulha. A área da bacia está, em quase sua totalidade, inserida nos bairros Céu Azul, Garças e Trevo, algumas pequenas partes abrangem os bairros Copacabana, Nova Pampulha e Leblon. (FRANCISCO, 2019). As Figuras 5.1 e 5.2 mostram os limites da bacia, seus principais elementos e o contexto em que ela se insere na região:

**Figura 5.1- Localização da bacia.**



Fonte- Adaptado de BH map. (PBH, 2021).

**Figura 2-** Limites da bacia, nascentes e cursos d'água.



**Fonte-** Adaptado de BH map. (PBH, 2021).

A microbacia do Córrego Olhos D'água faz parte da bacia do Córrego do Onça tendo várias nascentes espalhadas pela região dos bairros Trevo, Garças e Céu Azul. O curso d'água vem sofrendo cada vez mais pressão pelo adensamento urbano, relativamente recente e acelerado, da região.

A região do Bairro Trevo e do Bairro Garças, que comporta a maior parte das nascentes, teve sua urbanização dada tardiamente em relação a grande parte do município de Belo Horizonte e até mesmo em relação a outros bairros da região da Pampulha. A criação dos bairros se deu através da divisão de grandes terrenos na década de 1970, mais precisamente em 1977 quando foram aprovadas plantas de loteamento onde hoje são os bairros Trevo e Garças (PBH, 2011). Desde o início os bairros foram destinados a chácaras e grandes casas construídas em terrenos de 1000 a 2000 m<sup>2</sup>. Nos últimos tempos, porém alguns condomínios de prédios voltados para programas de habitação do governo têm surgido na região, como é o caso do condomínio Conquista Pampulha da construtora direcional, que é vizinho ao Parque Municipal do Trevo e foi construído em uma área remanescente de uma fazenda e não havia sido loteada ou urbanizada até então.

Outra importante parte da bacia se encontra na área em que hoje existe a comunidade Dandara. A ocupação dessa área teve origem no dia 09 de abril de 2009, com a ocupação de uma área de 315 mil m<sup>2</sup>, no bairro Céu Azul, por 150 famílias de movimentos sociais como o movimento dos trabalhadores sem teto. Hoje a comunidade abriga mais de 2500 famílias (LABCIDADE, 2020). O terreno ocupado pertencia anteriormente à Construtora Modelo e era constituído por uma grande área de pastagem e remanescentes da vegetação. Em 16 de novembro de 2020 a disputa judicial pelo terreno teve desfecho. A construtora que possuía um projeto, pendente de

aprovação na prefeitura, para construção de 1140 apartamentos no local recebeu R\$ 51 milhões em indenização (COSTA, 2020). A Figura 5.3 ilustra o adensamento repentino causado pela criação da comunidade:

**Figura 5.3-**Imagens áreas comparativas do antes e depois da Ocupação Dandara.



**Fonte-** Adaptado de BH map. (PBH, 2021).

A bacia contribui diretamente para a Lagoa da Pampulha, um dos mais importantes cartões postais da cidade de Belo Horizonte, que sofre com assoreamento de seu espelho d'água e com a deterioração da qualidade da água que inviabiliza um uso mais amplo do corpo hídrico. Em 2017, a Pampulha foi eleita como patrimônio da humanidade pela UNESCO. A obtenção do título trouxe também responsabilidades e exigências, entre elas o compromisso de despoluição da lagoa (RODRIGUES, 2016).

As medidas para recuperação da qualidade da água da lagoa atuais têm como meta a manutenção dos parâmetros físicos, químicos e organolépticos da água em concordância com o enquadramento do corpo d'água como classe 3, segundo a classificação da Resolução CONAMA 357 (BRASIL, 2005), que coloca entre os usos preponderantes das águas dessa classe a pesca amadora, esportes de contato secundário, harmonia paisagística e navegação. Para o alcance da meta, o foco tem sido o uso de remediadores para diminuição da matéria orgânica e fósforo (PBH, 2018), um paliativo em contraposição a uma medida definitiva, como a extinção das fontes de contaminação. A preservação de bacias que contribuem para a lagoa pode ser uma medida mais eficaz e definitiva para melhoria da qualidade de água. A bacia estudada possui grande quantidade de nascentes que, se preservadas, podem contribuir com volume e qualidade de água para a lagoa.

A calha principal de drenagem da bacia do Córrego Olhos d'água é acompanhada em sua margem pela Avenida Francisco Negrão de Lima, um exemplo clássico do modo como a urbanização na cidade de Belo Horizonte interage com seus cursos d'água. Uma reportagem feita pelo telejornal "Bom dia Minas" da Rede Globo, no dia 16/03/2021, relatou os problemas

gerados pela falta de um planejamento que leve em consideração a hidrologia do local. As Figuras 5.4 e 5.5 retiradas da reportagem mostram os problemas encontrados:

**Figura 5.4-** Disposição indevida de entulho na Avenida Francisco Negrão de Lima.



Fonte- Bom Dia Minas, Rede Globo, 16/03/2021

**Figura 5.5-** Inundação na Avenida Francisco Negrão de Lima.



Fonte- Bom Dia Minas, Rede Globo, 16/03/2021

Como podemos verificar nas imagens a calha do córrego ao longo da avenida, se encontra completamente desfigurada em relação ao que era antes da implantação da infraestrutura urbana. A vegetação marginal foi suprimida e em muitos pontos o que se encontra no lugar dela na atualidade são despejos de entulho de construção civil. Grande parte do curso está canalizada e não consegue mais prestar a maioria dos serviços ecossistêmicos de um córrego saudável.

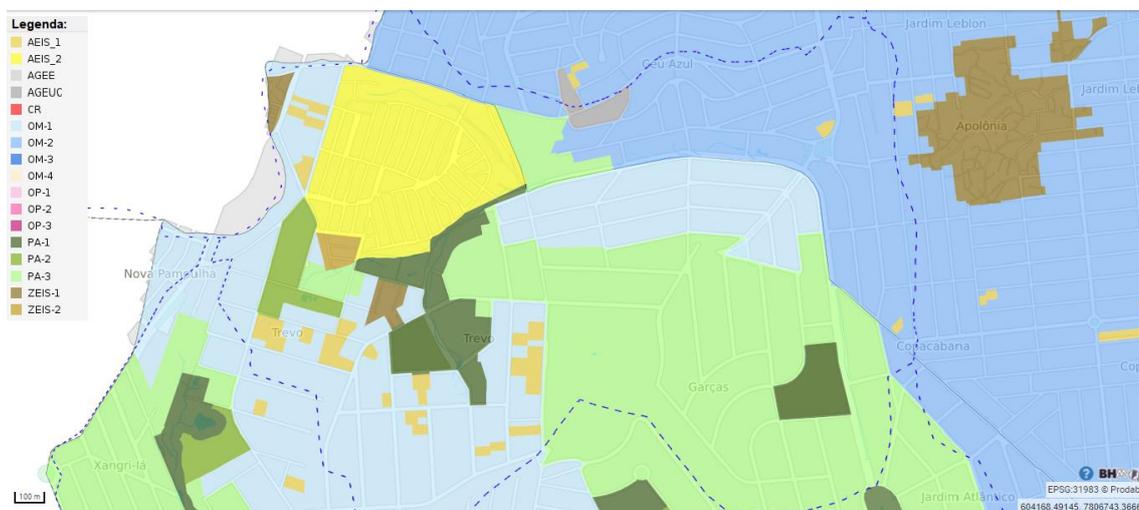
## 5.2. Análise Espacial Urbana:

Este subcapítulo tem como objetivo levantar a legislação de uso e Ocupação e discutir a sua sobreposição em comparação à realidade encontrada na bacia.

### 5.2.1 Zoneamento

O zoneamento atual estabelecido pelo Plano Diretor de Belo Horizonte (BELO HORIZONTE, 2019), foi desenvolvido levando em consideração a capacidade suporte das diferentes porções do território municipal. As Figuras 5.6 e 5.7 mostram a comparação entre o zoneamento vigente e o zoneamento estabelecido em 1996, na área da bacia.

**Figura 5.6-** Zoneamento atual na área da bacia



**Fonte-** Adaptado de BH map. (PBH, 2021).

**Figura 5.7-** Zoneamento revogado, estabelecido em 1996



**Fonte-** Adaptado de BH map. (PBH, 2021).

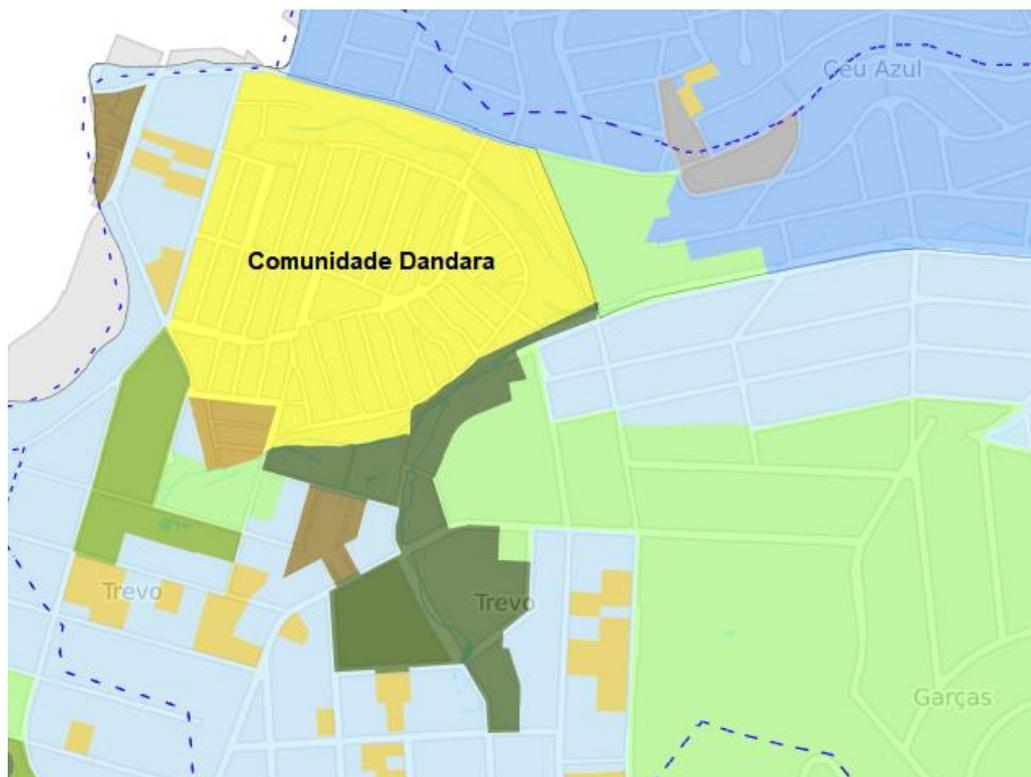
Pode-se observar que, em relação ao estabelecido na Lei nº 7166 de agosto de 1996 (BELO HORIZONTE, 1996) que dividia a bacia em:

- Zona de Preservação 1, representada pela área em verde;
- Zona de Adensamento Restrito em azul;
- Duas zonas de especial interesse social em marrom, que representam aglomerados subnormais;
- Zonas de preservação ambiental em verde escuro, destacando que o parque municipal do trevo ainda não consta com essa demarcação;

Houve avanço no detalhamento do zoneamento da área, uma vez que também houve significativa mudança no adensamento e uso em certos pontos da bacia. Contudo, a mudança ocorre após a consolidação de grande parte do adensamento urbano na bacia, o que tira em partes sua função de nortear o desenvolvimento urbano, e torna a legislação mais uma adequação à realidade já existente.

No zoneamento atual da bacia destacam-se algumas Zonas e áreas, a comunidade Dandara é denominada Área de interesse social-2, se enquadram nessa classificação áreas pendentes de regularização, ocupadas predominantemente por população de baixa renda. A Figura 5.8 mostra a localização da comunidade no contexto da bacia.

**Figura 5.8-** Localização da comunidade Dandara no contexto da bacia.



**Fonte-** Adaptado de BH map. (PBH, 2021).

A parcela da bacia cuja urbanização se deu de forma regular se divide em áreas de ocupação moderada e de proteção ambiental. As zonas de proteção ambiental, segundo o plano diretor de BH, Lei Nº 11.181, DE 8 DE AGOSTO DE 2019, são divididas em PA-1, PA-2 e PA-3 de acordo com nível de restrição. A predominância na bacia dentre as PAs é PA-3, nível menos restritivo. Nas áreas da bacia próximas aos cursos d'água e nascentes que formam o córrego existem também regiões classificadas em PA-1 e PA-2.

Pode-se perceber que a proposta de zoneamento, por ter sido desenvolvida após o adensamento da área, não atende completamente, do ponto de vista ambiental, as áreas com necessidade de proteção. As áreas classificadas como PA foram definidas respeitando o arruamento e ocupações já consolidadas, com isso deixaram pontos importantes, como nascentes, desprotegidos. Percebe-se, como já colocado acima neste trabalho, que este corte específico do zoneamento salienta que, ao invés de nortear o uso e ocupação na prática, foi o zoneamento que se adequou ao adensamento da área. A Figura 5.9 mostra em detalhe o zoneamento na região do parque municipal do Trevo em contraste com as nascentes e curso d'água da região.



Ainda segundo o Plano Diretor (BELO HORIZONTE, 2019), parte da região ciliar do entorno do córrego Olhos D'água é classificada como uma conexão de fundo de vale, segundo o plano diretor essas áreas são definidas como:

Art. 112. São classificadas como áreas de conexões ambientais as porções do território municipal predominantemente lineares, cuja delimitação tem como objetivo a conformação de uma rede de qualificação ambiental voltada para a proteção de cursos d'água e nascentes e prevenção de processos erosivos, bem como para a disponibilização de áreas vegetadas e permeáveis e espaços propícios ao exercício de atividades de esporte e lazer.

§ 1º As áreas de conexões ambientais dividem-se em:

I - conexões verdes;

II - conexões de fundo de vale.

§ 2º A qualificação das áreas públicas ou privadas classificadas como conexões ambientais visa à criação e à recuperação de seus atributos naturais, de forma a mitigar impactos derivados de perda de áreas permeáveis, da carência de vegetação e de interferências danosas a cursos d'água, dentre outras consequências da urbanização e ocupação do solo.

§ 3º Como estratégias para a efetivação dos objetivos das áreas de conexões ambientais, são previstas:

I - a definição de parâmetros urbanísticos específicos;

II - a execução de obras públicas comprometidas com a qualificação ambiental, especialmente no que diz respeito à proteção de cursos d'água e à conformação de corredores verdes.

o Capítulo V do plano diretor regulamenta a política urbana nas conexões de fundo de vale em seu artigo 198:

II - conexões de fundo de vale: fundos de vale onde há necessidade de saneamento ambiental amplo, visando à restauração da qualidade dos cursos d'água, à necessidade de contenção de cheias, à recuperação de ambientes hídricos e à intervenção em áreas de preservação permanente, de forma a viabilizar a implantação de parques lineares.

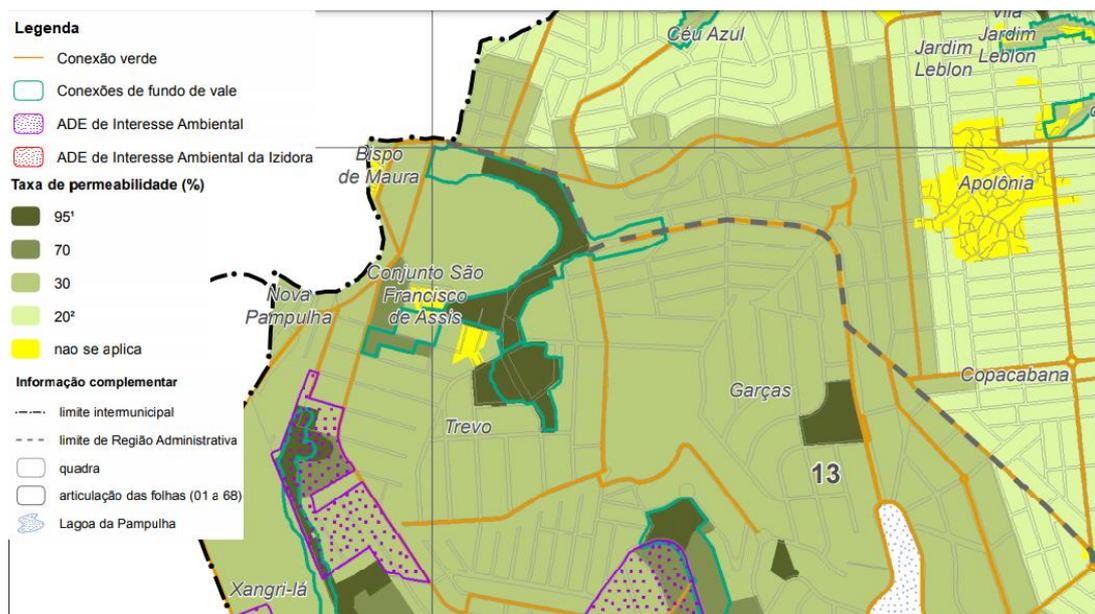
§ 1º É vedado o tamponamento de córregos em áreas de conexões de fundo de vale, devendo ser evitada a canalização e priorizada sua manutenção em leito natural com áreas adjacentes dedicadas à preservação ambiental.

§ 2º Deverá ocorrer em desnível a transposição de cursos d' água inseridos em área de conexões de fundo de vale pelo sistema de circulação.

§ 3º Os parques inseridos em conexões de fundo de vale serão delimitados, integral ou parcialmente, por vias públicas de forma a garantir a visualização e o acesso a partir do espaço público. (BELO HORIZONTE, 2019)

A Figura 5.10 apresenta no contexto da bacia a área de conexão de fundo de vale em contraste com outros parâmetros da legislação urbanística.

**Figura 5.10-** Detalhamento da área de conexão de fundo de vale



**Fonte-** Adaptado anexo II Plano Diretor de Belo Horizonte (BELO HORIZONTE, 2019).

Parte da área da bacia delimitada como conexão de fundo de vale se localiza no terreno que deu origem à Comunidade Dandara. Graças ao adensamento irregular, sem observação as normas urbanísticas, o cenário atual se difere muito das diretrizes para essa conexão ambiental. A Figura 5.11 mostra a urbanização em contraste com a delimitação da conexão:

**Figura 5.11-** Delimitação da conexão de fundo de vale

**Fonte-** Adaptado de BH map. (PBH, 2021).

Hoje, grande parte dessa conexão de fundo de vale se encontra com construções às margens do curso d'água e sem arborização, para viabilização da implantação de parques lineares, objetivo final das conexões de fundo de vale, são necessárias muitas intervenções de engenharia e política urbana.

No entorno do parque municipal do Trevo existem AEIS de interesse ambiental, áreas subutilizadas ou desocupadas, com elementos ambientais relevantes, destinadas à proteção ambiental e paisagística associada à ocupação por EHIS e espaços públicos de lazer. Nessas áreas pode haver, mediante elaboração de plano pelo executivo, construção de empreendimentos de interesses social, como o recente condomínio Conquista Pampulha (CONFERÊNCIA MUNICIPAL DE POLÍTICA URBANA, 2015; PREFEITURA DE BELO HORIZONTE, 2020).

### *5.2.1. limites e ampliação do parque do trevo*

Oficialmente o Parque Municipal do Bairro Trevo tem uma área de 23.940m<sup>2</sup> e foi criado em 2012 pela Lei Municipal n°. 10.441, de 28/03/2012 (PBH,2020). Implantado com verbas do orçamento participativo, o parque abriga um campo de futebol, uma quadra e uma área de vegetação remanescente do cerrado original da região. O parque faz divisa com uma área verde e inclusive as trilhas de calçamento feitas no parque continuam pela área vizinha, que para população, informalmente, também faz parte do parque. Tanto a área do parque como a área

verde anexa constam no atual plano diretor (BELO HORIZONTE, 2019) como área de preservação ambiental com o maior nível de restrição ao uso, porém em 2018 o vereador Edmar Branco propôs através do projeto de lei 481/2018 (BELO HORIZONTE, 2018) a ampliação, o projeto foi vetado pelo prefeito e o veto confirmado posteriormente pela câmara, apesar das manifestações da comunidade em favor da ampliação pedindo medidas de preservação do ambiente na área. a figura 5.12 retirada do site da prefeitura mostra o limite oficial do parque e a área verde vizinha:

**Figura 5.12-** Parque Municipal do Bairro trevo



**Fonte-** Adaptado de PBH (2020)

### 5.2.3. Situação das nascentes

O artigo 122 do plano diretor de Belo Horizonte trata do parcelamento de solo em regiões com cursos d'água e nascente:

Os parcelamentos do solo em áreas com presença de cursos d'água, nascentes, vegetação expressiva ou sítios arqueológicos estão sujeitos a laudo de liberação para parcelamento expedido pelo órgão municipal responsável pela política de preservação ambiental (BELO HORIZONTE, 2019).

Grande parte das nascentes da bacia se concentra na região do Parque Municipal do Trevo, entretanto há mais nascentes em seu entorno do que dentro da proteção de seus limites. A figura 5.13 mostras a localização das nascentes e os limites do parque.

**Figura 5.13-** Limites do parque

**Fonte-** Adaptado de BH map. (PBH, 2021).

Das 19 nascentes na região do parque, apenas 1 se encontram dentro de seus limites, outras 5 se encontram na área verde cuja comunidade reivindica para ampliação do parque e apenas 2 dessas têm a totalidade de suas APPs teóricas em área verde. Das nascentes que não estão protegidas pela delimitação do parque ou da área verde anexa, 10 se encontram em uma pequena área de lotes, onde existem 4 residências e que são separadas do parque por uma passagem de pedestres apenas, o que leva à ponderação do motivo pelo qual essa área não foi incorporada ao parque quando de sua formação.

A situação na região que concentra as nascentes do outro braço formador do córrego também é parecida. Apesar de algumas se encontrarem em área verde, outras estão inseridas dentro de lotes de particulares frequentemente com casas. A Figura 5.14 mostra as nascentes dessa região do bairro Trevo.

**Figura 5.14-** Nascente espalhadas pelo bairro Trevo



**Fonte-** Adaptado de BH map. (PBH, 2021).

Das 16 nascentes catalogadas na área apenas 6 se encontram em área com vegetação preservada, 2 foram represadas para alimentar os lagos de um pesque e pague e as outras 8 estão em meio às casas ou em áreas cuja vegetação foi suprimida.

#### *5.2.4 Áreas de proteção permanente*

A prefeitura mantém no portal BHmap uma camada com delimitação das áreas de preservação permanente referente às nascentes, brejos, cursos d'água e áreas de grande declividade, cadastrados. Com a sobreposição desta camada à imagem de satélite mais recente disponível na plataforma, de 2016, já se observa que existem em várias partes da bacia edificações dentro da área de APP. As Figuras 5.15 e 5.16 mostram a sobreposição das APPs à imagem de satélite de 2016.

**Figura 5.15-** APPs da área das nascentes na região do Trevo e Comunidade Dandara



**Fonte-** Adaptado de BH map. (PBH, 2021).

**Figura 5.16-** APPs na região da comunidade Dandara e Céu Azul



**Fonte-** Adaptado de BH map. (PBH, 2021).

Outra constatação importante é que, nas partes em que o córrego foi canalizado, não se considera APP segundo o portal, apesar de o código florestal não fazer distinção entre áreas rurais e urbanas, no que tange definição de áreas de preservação permanente. Mais um exemplo de como a política urbana em Belo Horizonte tem uma posição passiva em relação a realidade existente e pouco viés de promover mudanças, para que a cidade avance no ponto de vista hidrológico e ambiental. A Figura 5.17 mostra as interrupções na previsão de APP nas partes em que o córrego se encontra canalizado na Avenida Francisco Negrão de Lima.

**Figura 5.17-** Delimitação de APPs na Avenida Francisco Negrão de Lima.



**Fonte-** Adaptado de BH map. (PBH, 2021).

Comparando as 3 imagens percebe-se que existe uma grande diferença na situação das APPs entre a região de início do córrego, onde se concentram as nascentes e o restante do curso d'água. As condições da vegetação ciliar, que já não é ideal no início do percurso do córrego, se deterioraram rapidamente com o avançar do caminho chegando à situação mais crítica na parte em que o córrego se encontra canalizado e margeado pela avenida.

### 5.3. Visita de Campo

Este subcapítulo tem por objetivo sintetizar e analisar os dados primários colhidos in loco para o trabalho. Para análise mais fidedigna da situação da bacia foi realizada uma visita técnica à área da bacia no dia 25 de julho de 2021. Foram selecionados 6 pontos estratégicos para a análise da qualidade ambiental da bacia. os pontos 1 e 3 foram selecionados por concentrarem os dois grupos de nascentes que formam o córrego. Os pontos 2, 4, 5 e 6 foram selecionados por representarem diferentes meios pelo qual o córrego passa em seu percurso A Figura 5.18 apresenta a localização dos pontos no contexto da bacia:

**Figura 5.18-** Pontos visitados

**Fonte-** Próprio autor

A lista de coordenadas dos pontos visitados e lista na Figura 5.19:

**Figura 5.19-** coordenadas dos pontos visitados

Ponto	Latitude	Longitude
1	19°50'08" S	40°00'25" W
2	19°49'58" S	44°00'30" W
3	19°49'57" S	44°00'43" W
4	19°49'45" S	44°00'14" W
5	19°49'45" S	43°59'49" W
6	19°50'18" S	43°59'40" W

**Fonte-** Próprio autor

• Ponto 1:

O ponto se trata de um dos limites do Parque Municipal do Trevo, onde se concentram grande parte das nascentes da bacia. A área por se tratar de APP e estar dentro de uma área de proteção ambiental deveria se encontrar em um bom estado de conservação, mas essa não é a realidade encontrada. A Figura 5.20 mostra a deposição de lixo na reunião mesmo em frente a uma placa de conscientização colocada pelos próprios moradores:

**Figura 5.20-** Entulho despejado no parque municipal do trevo.



Fonte- Próprio autor- 25/07/2021

Outro elemento relevante observado no ponto foi a falta de vegetação ciliar, mesmo estando dentro do parque, é notável a falta de diversidade vegetal, nas margens e observa-se inclusive supressão vegetal nas margens. A Figura 5.21 mostra a situação:

**Figura 5.21-** Supressão vegetal dentro do parque e em área de APP



Fonte- Próprio autor-25/07/2021

Nesse ponto na calha do curso nota-se que a drenagem não se inicia dentro dos limites do parque, ela flui através de uma manilha sob a rua vindo da direção das casas. Esse cenário demonstra a ineficiência da demarcação do parque em proteger o ponto crucial da bacia que é a área das nascentes e corrobora com o que já havia sido discutido a partir dos dados do portal

BHmap (PBH,2021). A política urbana é aplicada de forma passiva diante da realidade posta, a legislação é atualizada tardiamente e ao invés, de se propor um uso e ocupação corretivo, se propõe um que se enquadre na urbanização já estabelecida. A Figura 5.22 mostra a entrada da água no parque:

**Figura 5.22** - Saída da galeria que drena nascentes externas ao parque



**Fonte-** Próprio autor-25/07/2021

- Ponto 2:

O ponto 2 está na saída do córrego do perímetro do parque. Observa-se que a partir desse ponto, a APP deixa de ser respeitada. O que se vê no ponto é que uma das margens do córrego é acompanhada pelo arruamento. No outro lado a APP ainda se encontra vegetada, mas o restante da área verde que formava o restante do terreno remanescente de uma fazenda, vêm sendo substituída por dois condomínios de prédios voltados à programas habitacionais. A Figura 5.23 mostra o cenário:

**Figura 5.23-** Saída do córrego dos limites do parque do trevo



**Fonte-** Próprio autor-25/07/2021

- Ponto 3:

Esse local concentra as nascentes do outro braço do Córrego Olhos D'água, na área observa-se que mesmo na área verde a vegetação original foi suprimida e substituída por grama. No local também se encontra disposição de restos de construção civil. Assim como na região do parque municipal do trevo, nessa área muitas das nascentes se encontram dentro das propriedades privadas ao redor. Constata-se que duas delas inclusive foram represadas para alimentar os lagos de um pesque e pague. As manilhas trazem essa drenagem sob o arruamento até chegar na área verde onde o canal também não se encontra em estado natural tendo suas paredes e fundo concretados. a Figura 5.24 mostra a área:

**Figura 5.24-** Saída da drenagem das nascentes por galeria pluvial



**Fonte-** Próprio autor-25/07/2021

- Ponto 4:

O ponto 4 apresenta uma deterioração da qualidade da água e ambiental de todo o entorno do canal, muito visível e muito grande em relação à área das nascentes. Apesar de não haver construções margeando o curso e o respeito ao afastamento exigido, praticamente não existe vegetação na área. A deposição de entulho de construção, lixo e até carcaças de animais é muito

grande e a água do córrego se perde notavelmente em meio a uma enorme concentração de esgoto. As Figuras 5.25, 5.26 e 5.27 mostram a situação do local:

**Figura 5.25-** Esgoto corre pela avenida Francisco Negrão de Lima e cai no córrego



**Fonte-** Próprio autor-25/07/2021

**Figura 5.26-** Calha do córrego olhos d'água com imensa concentração de esgoto e lixo



**Fonte-** Próprio autor-25/07/2021

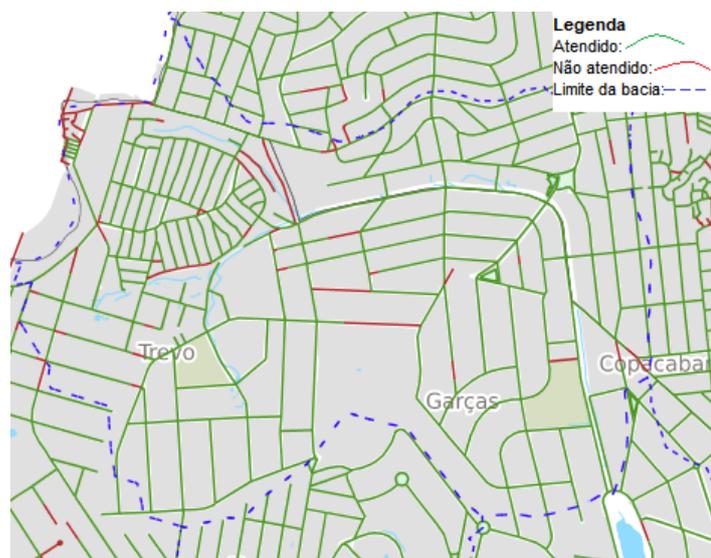
**Figura 5.27-** Início da canalização do córrego olhos d'água na Av. Francisco Negrão de Lima



**Fonte-** Próprio autor-25/07/2021

A presença de uma concentração tão grande de esgotamento sanitário se contrapõe aos dados da prefeitura sobre o atendimento por esgotamento sanitário. O córrego contribui diretamente para a lagoa da Pampulha e o cenário encontrado é preocupante não só para a bacia do córrego como também significa esgoto in natura chegando à lagoa. A Figura 5.28 a mostra as informações no mapa do portal BHmap. sobre o suposto atendimento por esgotamento sanitário:

**Figura 5.28-** Atendimento por esgotamento sanitário na bacia



**Fonte-** Adaptado BHmap. (PBH, 2021)

Pelo observado no local, a rede de esgoto realmente parece existir, porém está danificada com diversos vazamentos, outros fatores que podem contribuir para o cenário é o subdimensionamento e a não adesão de todos os domicílios à coleta.

- Ponto 5:

Esse ponto assim como o ponto 4 também está localizado na avenida Francisco Negrão de Lima. Nesse trecho a Avenida tem predominante imóveis comerciais o córrego se encontra canalizado, as antigas margens que deveriam abrigar a mata ciliar, correspondentes ao afastamento frontal das lojas foram transformadas em vagas de estacionamento. Nesse ponto visualmente não há resquício da presença de um córrego ali. A Figura 5.29 mostra o local:

**Figura 5.29:** Avenida Francisco Negrão de Lima em trecho com córrego canalizado



**Fonte-** Próprio autor-25/07/2021

- Ponto 6:

Esse ponto corresponde a foz do córrego na lagoa da Pampulha, local que nos últimos anos passou por escovações para retirada de sedimento do leito lagoa a fim de desassorear a mesma que já vinha perdendo parte do espelho d'água nessa região. Assim como toda a lagoa nessa parte do reservatório é nítida a eutrofização é notável a grande presença de esgoto causada pelo

odor, coloração acinzentada e azulada e grande presença espuma e óleos. A Figura 5.30 explicita a situação:

**Figura 5.30-** Deságue do Córrego Olhos D'água na Lagoa da Pampulha



**Fonte-** Próprio autor-25/07/2021

#### *5.3.1. Análise macroscópica da água:*

Devido às restrições de acesso e uso dos laboratórios do CEFET-MG, impostas pela pandemia de COVID-19, não foi proposta na metodologia e realizada a análise laboratorial química e microbiológica de água que seria coletada nos pontos visitados. Contudo, a análise macroscópica da água nos pontos foi muito reveladora. Parâmetros como, cor, odor, presença de óleo e espumas, como apontado por Gomes (2005) apud. Rezende & Luca (2017), são de grande valia para avaliações rápidas. nos Pontos observados foi visível a presença de coloração atípica na água desde as nascentes do Parque do Trevo, coloração entre azul e cinza típica de efluentes domésticos. Do ponto 4 em diante, cor, odor e todos os parâmetros citados acima foram observados de forma muito concentrada e marcante.

#### **5.4. Quadro de Aspectos e Impactos:**

A partir da análise dos dados primários, secundários e a da revisão bibliográfica feita esse trecho do trabalho apresenta os aspectos e impactos encontrados de forma a quantificar um resultado de grau de impacto através da análise ambiental qualitativa realizada.

A Figura 5.31 apresenta a planilha elaborada para elencar os aspectos levantados na bacia e o grau dos impactos causados por eles:

**Figura 5.31-** Quadro de aspectos e impactos

Aspecto	Impactos	Magnitude	Severidade	Grau de impacto
Impermeabilização	Diminuição da infiltração	3	4	12
	Aumento do escoamento superficial	3	4	12
Lançamento de esgoto	Impacto visual	5	4	20
	Deterioração da qualidade da água	5	4	20
	proliferação de vetores de doenças e organismos patógenos	5	4	20
Disposição inadequada de resíduos sólidos	Impacto visual	4	3	12
	Deterioração da qualidade da água e solo	4	3	12
	proliferação de vetores de doenças	4	3	12
Assoreamento	Redução da seção transversal do canal	5	3	15
	Diminuição da variabilidade de substrato nos bentos	3	4	12
Invasão de APPs	Aumento do carreamento de sedimentos para o canal	4	3	12
	Diminuição do aporte de nutrientes de base de cadeia alimentar ao curso	4	4	16
	Perda de suporte a biodiversidade	4	4	16
Alterações do canal	perda da variabilidade de substrato e de suporte a biodiversidade	3	4	12
	perda da função visual	3	4	12

**Fonte-** Próprio autor.

#### *5.4.1 Impermeabilização:*

Esse aspecto é comum a qualquer bacia hidrográfica em região urbanizada. O cenário encontrado na bacia é de uma área impermeabilizada já grande e ainda crescente uma vez que o adensamento da bacia ainda não está completamente consolidado. Os impactos gerados por esse aspecto não são de fácil reparação uma vez que apesar de haver várias saídas tecnológicas, elas envolvem, obras de engenharia, infraestrutura urbana e legislações de uso e ocupação do solo. Já é realidade na bacia os problemas causados pelas enchentes no córrego, um misto de aumento do escoamento com a ocupação da área de amortecimento natural das cheias que causa vários problemas repetidamente ao estado e população.

#### *5.4.2. Poluição por esgoto:*

O lançamento de esgoto nas drenagens da bacia parece estar presente por toda sua extensão. A partir da análise macroscópica feita na visita de campo é possível observar mesmo na área de nascentes a coloração da água característica de efluentes domésticos, apesar de que em concentração aparentemente muito menor que na calha do córrego já no trecho que margeia a avenida Francisco Negrão de Lima. Nessas áreas de nascentes não foi observado lançamento de efluente visível e a contaminação pode advir de infiltração de fossas das residências no entorno.

O córrego com o avançar de seu curso se torna mortificado. Pode ser considerado o que no linguajar popular se nomeia “esgoto a céu aberto”. Nessa parte do córrego, principalmente o trecho a jusante da área mais densamente povoada da bacia da comunidade Dandara é possível observar interceptores de esgoto danificados ou subdimensionados jorrando efluentes pela rua e caindo na calha do córrego. A situação encontrada na visita pode ter sido agravada pelo longo período de estiagem que se tratava e de forma que quando o córrego chega ao ponto onde é canalizado é difícil que exista um curso d’água misturado ao efluente doméstico. A situação também é observada na foz onde a diferença de aspecto entre a água do reservatório e a que aflui pelo córrego é notável, mesmo a lagoa já sendo conhecida e vítima de contaminação.

A mitigação dos impactos gerados por esse aspecto, são onerosos uma vez que a rede de coleta precisa passar por obras, se faz necessário também a fiscalização da adesão das residências da bacia à rede de coleta e a busca por lançamentos clandestinos. Porém, a abstenção do estado à questão também gera impactos de forma secundária aos cofres públicos uma vez que:

O levantamento “Os benefícios da expansão do saneamento no Brasil” estima que o número de infecções gastrointestinais em crianças e jovens até 14 anos, em um município de 100 mil habitantes sem coleta de esgoto, seria de 450 casos/ ano. Se o mesmo município tivesse 100% de coleta de esgoto, esse número cairia para 229. O saneamento não extingue a doença, mas reduz a sua incidência de forma muito expressiva. O custo de uma internação por infecção gastrintestinal no Sistema Único de Saúde (SUS), em 2009, foi de cerca de R\$ 350 na média nacional. Gerando uma despesa da ordem de R\$ 161 milhões/ano, apenas para tratar no hospital das pessoas infectadas. Esse valor não considera a compra de medicamentos para o tratamento pós-hospitalização ou a despesa com o retorno ao médico. (INSTITUTO TRATA BRASIL, 2012).

#### *5.4.3. Poluição por resíduos sólidos:*

Esse aspecto pode ser observado por toda bacia, causando uma deterioração da qualidade ambiental tão grave como a poluição por esgoto. A parte da bacia onde o aspecto é mais marcante é a parte não asfaltada da avenida Francisco Negrão de Lima. Problemas de proliferação de vetores, prejudica um dos serviços ambientais muitas vezes negligenciado que é a função visual e paisagística dos cursos d’água. Porém a fiscalização e a mitigação da contaminação por resíduos sólidos, pode ser menos onerosa do que obras de engenharia necessárias para mitigar a poluição por efluentes, a bacia já conta inclusive com pontos de coleta de pequenos volumes de entulho disponibilizados pela prefeitura.

#### *5.4.4. Assoreamento:*

A região da bacia não possui muitas áreas com movimentação de terra ou cortes de relevo recentes. As áreas verdes quase não sofrem pastejo de animais de criação ou atividades que aumentem a perda de solo, as áreas já urbanizadas, como levantado na revisão bibliográfica, não contribuem grandemente com sedimentos. O principal fator causador de assoreamento na bacia é a disposição inadequada de resíduos sólidos principalmente entulho de construção civil. O aspecto é presente em várias regiões da bacia, as alterações no canal original são difíceis de serem desfeitas de forma a se ter novamente os nichos ecológicos originais, porém findada a fonte de resíduos a recuperação da secção transversal da calha é facilmente realizada.

Um ponto a se destacar é que a diminuição da secção transversal é um problema que extrapola a bacia elementar do córrego e chega ao reservatório da Pampulha onde gera enormes gastos para mitigação em obras da prefeitura.

#### *5.4.5. Invasão de APPs:*

Apesar da considerável presença de área verde na bacia as áreas de preservação permanente dificilmente são respeitadas na integridade do disposto no código florestal. Desde as APPs das nascentes até as APPs de mata ciliar ao longo do córrego são repetidamente invadidas pelo arruamento e imóveis. A dificuldade de reversão dos impactos causados por esse aspecto não se encontra na ausência de técnica ou custo da revegetação exclusivamente, mas sim na dificuldade de retirada das estruturas urbanas já consolidadas que as invadiram. Essa dificuldade é política, social e financeira, já que implicaria em deslocamento de populações e desapropriações.

#### *5.4.6. Alterações do canal:*

O canal do córrego sofreu alterações propositais em mais de uma parte da bacia, na região das nascentes ao lado do pesque pague. Apesar de aberto o canal foi cimentado, nesse mesmo local a vegetação natural foi trocada por grama. Já na parte do canal que margeia a avenida Francisco Negrão de lima até sua chegada à lagoa foi feita a canalização e tamponamento do córrego, apesar de a avenida não passar por cima do canal e sim ao lado, um resquício do modo como a cidade decidiu tratar os cursos d'água desde as influências higienistas usadas na sua formação inicial.

A margem do córrego oposta a avenida, ocupada nesse trecho majoritariamente por comércios, deveria ter, por se tratar de conexão de fundo de vale 50% de sua área de afastamento frontal vegetada e sem elementos construtivos, segundo o plano diretor (PBH, 2019). Todavia, o que se encontra são áreas de estacionamento na totalidade da área até a avenida.

As alterações não ocorrem em toda bacia, porém onde ocorreram necessitam de intervenções complexas e economicamente onerosas para renaturalização leito.

### **5.5. Proposta de Intervenção**

Como etapa final dos resultados serão apresentadas a seguir as propostas de intervenção elaboradas para melhoria e preservação da qualidade ambiental na bacia.

A partir da análise dos aspectos ambientais encontrados na bacia e dos impactos gerados por eles, propõem-se algumas possíveis intervenções prioritárias para mitigação dos impactos e melhoria da qualidade ambiental da bacia.

### 5.5.1. Ampliação do Parque do trevo:

A ampliação do parque do trevo no mínimo até a área verde reivindicada pela comunidade é de suma importância para preservação de parte das nascentes da bacia, da qualidade e volume de água do córrego e para o suporte à biodiversidade animal e vegetal da região. Uma abordagem mais ambiciosa seria a ampliação além da área verde com a desapropriação de um pequeno grupo de imóveis vizinhos que abrigam um grande número de nascentes cadastradas. a Figura 5.32 mostra os dois cenários:

**Figura 5.32-** Propostas de ampliação do parque



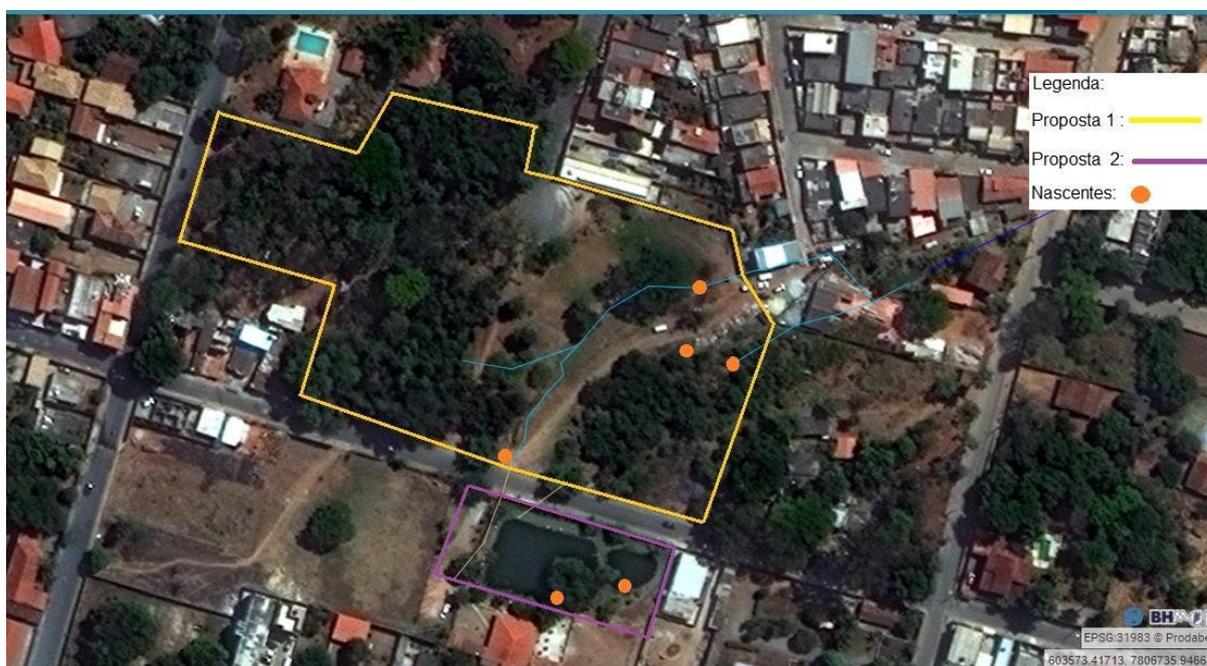
**Fonte-** Adaptado BHmap. (PBH, 2021)

### 5.5.2. Criação de Nova Unidade de Preservação:

A Rua Otília Moreira, local onde fica o ponto 3 da visita de campo, abriga uma grande área verde e várias nascentes que formam um dos braços do córrego olhos d'água. A área não é uma unidade de preservação apesar de ser considerada zona de proteção ambiental no zoneamento atual (BELO HORIZONTE, 2019), formada por espaços públicos e lotes vagos a área carece de cuidados e medidas de proteção ambiental. A transformação em um parque municipal ou unidade de conservação, seria essencial para a garantia do respeito a parte das APPs e proteção às nascentes e mata ciliar na Figura 5.33 é legendada como proposta 1. Uma abordagem mais expansiva desse projeto poderia incluir a desapropriação de parte da propriedade que hoje funciona como um pesque e pague e abriga dois lagos alimentados por

nascentes da bacia, a área é legendada na Figura.5.33 como proposta 2. A Figura 5.33 mostra as duas áreas respectivamente:

**Figura 5.33-** Proposta de área para novo parque municipal.



**Fonte-** Adaptado BHmap. (PBH, 2021)

#### *5.5.3. Diagnóstico dos Problemas na Coleta de Esgoto e Intervenção no Problema.*

Apesar de a bacia possuir coleta de esgoto em quase sua totalidade. A eficiência da rede não é boa. Em grande parte da bacia a análise macroscópica da água indica contaminação por esgoto. O dimensionamento e a integridade das redes de coleta nas ruas e dos interceptores de esgoto nas margens do córrego devem ser revistos. Outro ponto é a verificação se as casas atendidas pela rede de esgoto realmente fazem o lançamento dos efluentes nela e se as residências não atendidas utilizam fossas sépticas no lugar de fossas negras e a realização de campanhas para a mudança onde ainda não houver.

#### *5.5.4. Projeto de Urbanização do Trecho Inicial da Avenida Francisco Negrão de Lima Visando a Preservação das Áreas Verdes.*

A latente defasagem de infraestrutura de saneamento, pavimentação e lazer na região que inicia a Avenida Francisco Negrão de Lima, propicia aspectos e situações que causam grande ônus à qualidade ambiental da bacia. A área é ampla e propicia um projeto que integre a preservação do curso d'água e suas margens com a avenida. A área sofre recorrentes inundações e um

projeto que integra o uso social com estruturas de drenagem urbana como quadras que também funcionam como bacias de detenção.

#### *5.5.5. Fomento à Coleta de Resíduos Sólidos na Região Fiscalização e Campanha Para Uso do Central de Recebimento de Pequenos Volumes*

O despejo de resíduos sólidos na região não acontece por total falta de local adequado para recebê-lo, a Avenida Francisco Negrão de Lima abriga uma Central de Recebimento de Pequenos Volumes da prefeitura. Com uma ação de remoção da grande quantidade de entulho já existente, juntamente com a fiscalização e incentivo ao uso da central, serviriam como mitigação ao problema gerado pelos resíduos sólidos maldispostos.

## 6. CONCLUSÕES

Ao analisar a evolução do adensamento na bacia em paralelo à evolução e atualização da legislação urbanística de Belo Horizonte, o que fica claro é que a regulamentação estatal chega muitas vezes de forma tardia. Mesmo em uma região com a adensamento tardio em relação à maioria da região da Pampulha, podemos observar que a ocupação não respeitou vários preceitos ambientais, artigos do código florestal como respeito a APPs e que também foge a diretrizes da legislação municipal atual como as diretrizes para conexões ambientais.

Exemplos como a demarcação do parque municipal do trevo, que exclui a maioria das nascentes hoje embaixo de imóveis particulares, explicitam a atitude pacífica diante da realidade encontrada. O zoneamento tem como uma de suas funções definir como deve se dar o uso e ocupação do solo nas diversas regiões, respeitando as particularidades e vulnerabilidades de cada uma. Quando ele é feito de forma a adequar a legislação a ocupação espontânea e desregulada e não o contrário ele perde parte do seu sentido.

Percebe-se que Belo Horizonte assim como grande parte das cidades do Brasil escolheu desde o início do seu desenvolvimento a lidar com seus cursos d'água como um obstáculo a estruturação dos espaços urbanos e a partir disso tentou escondê-los em canalizações e usá-los como meio de transporte de esgoto. Essa visão ignora os serviços ambientais que córregos e rios prestam mesmo em ambiente urbano e persevera a cultura de “empurrar o problema” para jusante.

A bacia dos olhos d'água é um grande exemplo de como é contraproducente e ineficaz a estratégia de se melhorar a qualidade da água no reservatório remediando apenas ele. Um córrego como o estudado nesse trabalho poderia contribuir com água em volume e qualidade para o reservatório contribuindo naturalmente para melhoria dos parâmetros da lagoa. Porém, hoje negligenciado, se torna parte do problema contribuindo para o assoreamento, poluição e eutrofização de desse património mundial da UNESCO, que já custou milhões em remediação para a prefeitura e vai continuar a custar se a estratégia paliativa continuar a ser usada em detrimento a se tratar as fontes do problema.

A oportunidade de se fazer um projeto menos oneroso economicamente se esvai quanto mais demora a ser tomada, uma vez que nas bacias ainda não completamente adensadas a mancha urbana avança. Quanto mais consolidada a ocupação de uma área, maior a complexidade e custo

de uma mudança no ordenamento urbano. No entanto, mesmo sem mudanças no ordenamento, medidas de baixo custo podem ter impacto significativo na qualidade ambiental, como o cercamento eficaz de áreas de proteção, conscientização e fiscalização sobre disposição de resíduos e lançamento de efluentes.

A urbanização que demanda recursos naturais e serviços ambientais em escala crescente é o mesmo processo que ameaça e impacta a qualidade ambiental nas cidades. O planejamento urbano integrado e consciente pode ser a chave para mitigar esse paradoxo. Não cabe mais simplesmente suprimir o meio ambiente das cidades e ignorar que além dos limites de municípios e dos eixos do transporte urbano, nós estamos em bacias hidrográficas que abrigam cursos d'água diversos que nos abastecem suportam nosso ecossistema. O planejamento urbano precisa tratar como parte do meio e respeitar dentro do possível sua naturalidade, ao invés de mortificá-los em canalizações sob avenidas.

## 7. REFERÊNCIAS:

- ARAÚJO, Vitor Paulo Azevedo de; COSTA, Erika Carolina Damasceno. Os Rios Como Problema: Política Pública e a Habitabilidade em Uma Perspectiva Democrática. **Revista Eletrônica do Arquivo Público da Cidade Belo Horizonte**, Belo Horizonte, v. 6, n. 6, p. 104-138, dezembro 2019. Disponível em: [https://issuu.com/apcbh/docs/reapcbh\\_v.6\\_b4effdaa3f60a3](https://issuu.com/apcbh/docs/reapcbh_v.6_b4effdaa3f60a3). Acesso em: 23 jul. 2021.
- ARCHELA, E.; CARRARO, A.; FERNANDES, F.; BARROS, O. N. F.; ARCHELA, R. S. Considerações sobre a geração de efluentes líquidos em centros urbanos. **Geografia**, Londrina, v. 12, n. 1, jan./jun. 2003. Disponível em: <http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/geografia/article/view/6711>>. Acesso em: 15 mar. 2021.
- Avenida do bairro Céu Azul, tem asfalto ruim, alagamento e lixo. Bom Dia Minas. Belo Horizonte: Rede Globo, 16 de março de 2021. Telejornal. Disponível em: <https://globoplay.globo.com/bom-dia-minas/t/N22TfC8fcB/>>. Acesso em: 18/03/2021
- BAPTISTA, M. B.; CARDOSO, A. S. Rios e cidades: uma longa e sinuosa história... **Revista da Universidade Federal de Minas Gerais**, Belo Horizonte, v. 20, n. 2, p. 124–153, 2013. DOI: 10.35699/2316-770X.2013.2693. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/revistadaufmg/article/view/2693>>. Acesso em: 15 mar. 2021.
- BASSUL, J. R. Reforma urbana e Estatuto da Cidade. **EURE (Santiago)**, Santiago, v. 28, n. 84, pág. 133-144, set. 2002 Disponível em: <http://dx.doi.org/10.4067/S0250-71612002008400008>>. Acesso em 07 de março de 2021.
- BECKAUSER, M. C.; DESTEFANI, E. V. Impactos Ambientais e Grau de Preservação em Nascentes urbanas de Paranavaí-PR. In: Simpósio Nacional de Geografia e Gestão Territorial XXXIV Semana de Geografia da Universidade Estadual de Londrina, 2018, Londrina. **Anais [...]**. [S. l.: s. n.], 2018. Disponível em: <http://www.anais.uel.br/portal/index.php/sinagget/article/view/407>>. Acesso em: 16 mar. 2021.
- BELO HORIZONTE. Lei nº 11.181, de 8 de agosto de 2019. **Aprova o Plano Diretor do Município de Belo Horizonte e dá outras providências**. [S. l.], 8 ago. 2019. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/plano-diretor-belo-horizonte-mg>. Acesso em: 5 jul. 2021.
- BELO HORIZONTE. **Protejo de Lei nº 481/2018, de 1 de fevereiro de 2018**. Altera a Lei nº 10.441/12, que "Cria o Parque Municipal do Bairro Trevo". [S. l.], 1 fev. 2018. Disponível em: <https://www.cmbh.mg.gov.br/atividade-legislativa/pesquisar-proposicoes/projeto-de-lei/481/2018>. Acesso em: 19 ago. 2021.
- BELO HORIZONTE. **Lei nº 7166, de 27 de agosto de 1996**. Estabelece normas e condições para parcelamento, ocupação e uso do solo urbano no município. [S. l.], 27 ago. 1996. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/a/mg/b/belo-horizonte/lei-ordinaria/1996/716/7166/lei-ordinaria-n-7166-1996-estabelece-normas-e-condicoes-para-parcelamento-ocupacao-e-uso-do-solo-urbano-no-municipio>. Acesso em: 2 jul. 2021.

BRAGA, R. Plano Diretor Municipal: Três Questões Para Discussão. **Caderno do Departamento de Planejamento da UNESP**, [s. l.], agosto 1995. Disponível em: <[https://dadosmunicipais.org.br/arquivos/plano\\_diretor\\_1237397365.pdf](https://dadosmunicipais.org.br/arquivos/plano_diretor_1237397365.pdf)>. Acesso em: 15 mar. 2021.

BRASIL. [Constituição (1988)]. **CONSTITUIÇÃO DA REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL DE 1988**. [S. l.: s. n.], 1988. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constituicao.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm)>. Acesso em: 15 mar. 2021.

BRASIL. **Lei nº 10257, 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. **Estatuto da Cidade**, [S. l.], 10 jul. 2001. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/leis\\_2001/110257.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/110257.htm)>. Acesso em: 15 mar. 2021.

BRASIL. **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012**. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. [S. l.], 25 maio 2012. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm)>. Acesso em: 12 fev. 2021.

BRASIL. **Lei nº 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. Política Nacional do Meio Ambiente, [S. l.], 31 ago. 1981. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l6938.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm)>. Acesso em: 15 mar. 2021.

CAPACIDADES- Programa Nacional de Capacitação das Cidades. **Curso: Reabilitação Urbana com foco em Áreas Centrais**: Um breve histórico do planejamento urbano no Brasil. [S. l.: s. n.], 2018.

CASSILHA, G. A.; CASSILHA, S. A. **Planejamento Urbano e Meio Ambiente**. Curitiba: IESDE Brasil S.A., 2009.

CDB - Convenção sobre Diversidade Biológica. (2012). **Panorama da biodiversidade nas Cidades. Ações e Políticas. Avaliação global das conexões entre urbanização, biodiversidade e serviços ecossistêmicos**. Montreal: MMA/CDB/SRC/SU/ICLEI

CONAMA. **Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011**. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução no 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA. [S. l.], 13 maio 2011. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=646>>. Acesso em: 16 mar. 2021

CONFERÊNCIA MUNICIPAL DE POLÍTICA URBANA, IV., 2015, Belo Horizonte. **Conferência municipal de política urbana [...]**. [S. l.: s. n.], 2015. Disponível em: [https://prefeitura.pbh.gov.br/sites/default/files/estrutura-de-governo/politica-urbana/2018/planejamento-urbano/cmpu\\_capacitacao\\_eixo\\_habitacao\\_de\\_interesse\\_social.pdf](https://prefeitura.pbh.gov.br/sites/default/files/estrutura-de-governo/politica-urbana/2018/planejamento-urbano/cmpu_capacitacao_eixo_habitacao_de_interesse_social.pdf). Acesso em: 19 jun. 2021.

COSTA, M. **Acordo 11 anos depois**: donos de terreno da Ocupação Dandara receberão R\$ 51 mi. Estado de Minas, [S. l.], 16 nov. 2020. Disponível em: <[https://www.em.com.br/app/noticia/gerais/2020/11/16/interna\\_gerais,1205771/acordo-11-anos-depois-donos-de-terreno-da-ocupacao-dandara-r-51-mi.shtml](https://www.em.com.br/app/noticia/gerais/2020/11/16/interna_gerais,1205771/acordo-11-anos-depois-donos-de-terreno-da-ocupacao-dandara-r-51-mi.shtml)>. Acesso em: 10 fev. 2021.

COSTA, M. V.; CHAVES, P. S.V.; OLIVEIRA, F. C. de. Uso das Técnicas de Avaliação de Impacto Ambiental em Estudos Realizados no Ceará. **XXVIII Congresso Brasileiro de Ciências da Comunicação**, [s. l.], 2005. Disponível em: <<http://www.intercom.org.br/papers/nacionais/2005/resumos/R0005-1.pdf>>. Acesso em: 12 fev. 2021.

FELIPPE, M. F.; JUNIOR, A. P. M. Consequências da ocupação urbana na dinâmica das nascentes em Belo Horizonte-MG. **VI Encontro Nacional Sobre Migrações**, Belo Horizonte, 2009. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/profile/antonio-magalhaes-junior/publication/267770975\\_consequencias\\_da\\_ocupacao\\_urbana\\_na\\_dinamica\\_das\\_nascentes\\_em\\_belo\\_horizonte-mg/links/56f3f3ab08ae81582bf09ab1/consequencias-da-ocupacao-urbana-na-dinamica-das-nascentes-em-belo-horizonte-mg.pdf](https://www.researchgate.net/profile/antonio-magalhaes-junior/publication/267770975_consequencias_da_ocupacao_urbana_na_dinamica_das_nascentes_em_belo_horizonte-mg/links/56f3f3ab08ae81582bf09ab1/consequencias-da-ocupacao-urbana-na-dinamica-das-nascentes-em-belo-horizonte-mg.pdf)>. Acesso em: 16 mar. 2021.

FONSECA, J. J. S. **Metodologia da pesquisa científica**. Fortaleza: UEC, 2002. Apostila.

FRANCISCO, Karla Helena. Diagnóstico da condição de saneamento básico e qualidade das águas dos contribuintes do reservatório da Pampulha-MG. *In*: CONGRESSO ABES, 30., 2019, Brasil. **Diagnóstico da condição de saneamento básico e qualidade das águas dos contribuintes do reservatório da Pampulha-MG** [...]. [S. l.: s. n.], 2019. Disponível em: <https://saneamentobasico.com.br/wp-content/uploads/2020/03/IV-237.pdf>. Acesso em: 5 jul. 2021.

FRITZEN, M.; BINDA, A. L. Alterações no ciclo hidrológico em áreas urbanas: cidade, hidrologia e impactos no ambiente - DOI 10.5216/ag.v5i3.16703. **Ateliê Geográfico**, v. 5, n. 3, p. 239-254, 27 dez. 2011. Disponível em: <<https://www.revistas.ufg.br/index.php/atelie/article/view/16703>>. Acesso em 16 mar. 2021

GOMES, P. M.; MELO, C.; VALE, V. S. Avaliação dos Impactos Ambientais em Nascentes na Cidade de Uberlândia-MG: Análise Macroscópica. **Sociedade e Natureza**, Uberlândia, v. 17, jun. 2005. Disponível em: <<http://www.seer.ufu.br/index.php/sociedadennatureza/article/view/9169/5638>>. Acesso em: 16 mar. 2021.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). Nota técnica, 01/2020, 19 de maio de 2020. **Aglomerados Subnormais 2019**: Classificação Preliminar e informações de saúde para o enfrentamento à COVID-19, Rio de Janeiro, 2020. Disponível em: <[https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101717\\_notas\\_tecnicas.pdf](https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101717_notas_tecnicas.pdf)>. Acesso em: 10 fev. 2021

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). **População rural e urbana**: Conheça o Brasil. Educa Jovem, [s. l.], 2021. Disponível em: <<https://educa.ibge.gov.br/jovens/conheca-o-brasil/populacao/18313-populacao-rural-e-urbana.html#:~:text=De%20acordo%20com%20dados%20da,brasileiros%20vivem%20em%20%C3%A1reas%20rurais>>. Acesso em: 10 fev. 2021.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). Quatro em cada dez municípios não têm serviço de esgoto no país. **Agência IBGE Notícias**, [S. l.], p. 1-1, 27 set. 2020. Disponível em: <<https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/28326-quatro-em-cada-dez-municipios-nao-tem-servico-de-esgoto-no-pais#:~:text=Cerca%20de%2039%2C7%25%20dos%20munic%C3%ADpios%20brasileiros%20n%C3%A3o%20t%C3%AAm%20servi%C3%A7o,as%20grandes%20regi%C3%B5es%20do%20pa%C3%ADs>>. Acesso em: 15 mar. 2021.

INSTITUTO TRATA BRASIL. **Manual do Saneamento Básico**: Entendendo o saneamento básico ambiental no Brasil e sua importância socioeconômica. [S. l.: s. n.], 2012. Disponível em: <http://www.tratabrasil.org.br/datafiles/uploads/estudos/pesquisa16/manual-imprensa.pdf>. Acesso em: 9 ago. 2021.

LAB CIDADE. **Dandara, em Belo Horizonte**: a luta da ocupação é contra especulação. Labcidade, [s. l.], 19 nov. 2020. Disponível em: <<http://www.labcidade.fau.usp.br/dandara-em-belo-horizonte-a-luta-da-ocupacao-e-contra-especulacao/>>. Acesso em: 10 fev. 2021.  
LEAL, M.; TONELLO, K. C.; DIAS, H. C. T; MINGOTI, R. Caracterização hidroambiental de nascentes. **Rev. Ambient. Água**, Taubaté, v. 12, n. 1, p. 146-155, fev. 2017. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1980-993X2017000100146&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1980-993X2017000100146&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: 15 fev. 2021.

MARICATO, E. Brasil 2000: Qual Planejamento Urbano?. **Cadernos IPPUR**, UFRJ, Jan/Dez 1997. Disponível em: <<https://revistas.ufrj.br/index.php/ippur/issue/viewFile/273/82#page=108>>. Acesso em: 15 mar. 2021

MELO, Ana Carolina Andrino de. Reflexões Sobre a História Social dos Rios no Processo de Produção do Espaço de Belo Horizonte. **Revista Eletrônica do Arquivo Público da Cidade Belo Horizonte**, Belo Horizonte, v. 6, n. 6, dezembro 2019. Disponível em: [https://issuu.com/apcbh/docs/reapcbh\\_v.6\\_b4effdaa3f60a3](https://issuu.com/apcbh/docs/reapcbh_v.6_b4effdaa3f60a3). Acesso em: 23 jul. 2021.

MINAS GERAIS. **Lei nº 11.399, de 6 de janeiro de 1994**. Cria o Fundo de Saneamento Ambiental das Bacias dos Ribeirões Arrudas e Onça - PROSAM - e dá outras providências. Minas Gerais, 7 jan. 1994. Disponível em: <http://siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=2280>. Acesso em: 23 jul. 2021.

MORAES, C. D. de; D'AQUINO, C. de A. **Avaliação de impacto ambiental**: Uma revisão da literatura sobre as principais metodologias. 5º Simpósio de Integração Científica e Tecnológica do Sul Catarinense – SICT-Sul, [s. l.], 2016. Disponível em: <<https://labhidrogeo.paginas.ufsc.br/files/2016/08/AIA-UMA-REVIS%C3%83O-DA-LITERATURA-SOBRE-AS-PRINCIPAIS-METODOLOGIAS.pdf>>. Acesso em: 8 fev. 2021.

MUCELIN, C. A.; BELLINI, M. Lixo e impactos ambientais perceptíveis no ecossistema urbano. **Soc. nat. (Online)**, Uberlândia, v. 20, n. 1, p. 111-124, jun. 2008. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1982-45132008000100008&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1982-45132008000100008&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: 12 mar. 2021. <https://doi.org/10.1590/S1982-45132008000100008>.

NEVES, J. L. Pesquisa qualitativa - características, usos e possibilidades. São Paulo: **CADERNO DE PESQUISAS EM ADMINISTRAÇÃO**, 1996. v. 1.

PBH (PREFEITURA DE BELO HORIZONTE). Arquivo Público de Belo Horizonte et al. Histórias de Bairros: Regional Pampulha. [S. l.: s. n.], 2011. Disponível em: <[http://www.pbh.gov.br/historia\\_bairros/PampulhaCompleto](http://www.pbh.gov.br/historia_bairros/PampulhaCompleto)>. Acesso em: 12 fev. 2021.

PBH (PREFEITURA DE BELO HORIZONTE). **BHmap**. [S. l.], 2021. Disponível em: <<http://bhmap.pbh.gov.br/v2/mapa/idebhgeo#zoom=4&lat=7796893.0925&lon=609250.9075&baselayer=base>>. Acesso em: 10 fev. 2021.

PBH (PREFEITURA DE BELO HORIZONTE). Parque Municipal do Bairro Trevo. In: Parques e Zoo-botânica. Belo Horizonte, 9 mar. 2020. Disponível em: <https://prefeitura.pbh.gov.br/fundacao-de-parques-e-zoobotanica/informacoes/parques/parque-do-bairro-trevo>. Acesso em: 19 ago. 2021.

PBH (PREFEITURA DE BELO HORIZONTE). **PBH apresenta resultados da recuperação da Lagoa da Pampulha**. Notícias, [s. l.], 11 dez. 2018. Disponível em: <<https://prefeitura.pbh.gov.br/noticias/pbh-apresenta-resultados-da-recuperacao-da-lagoa-da-pampulha-0>>. Acesso em: 6 fev. 2021.

PREFEITURA DE BELO HORIZONTE (Belo Horizonte). Secretária municipal de política urbana. **E-book Plano Diretor de BH: Entenda os principais pontos**. [S. l.: s. n.], 2020. Disponível em: [https://prefeitura.pbh.gov.br/sites/default/files/estrutura-de-governo/politica-urbana/2020/e-book\\_ocupacao\\_modulo01.pdf](https://prefeitura.pbh.gov.br/sites/default/files/estrutura-de-governo/politica-urbana/2020/e-book_ocupacao_modulo01.pdf). Acesso em: 19 jun. 2021.

REZENDE, J. H.; LUCA, M. V.. Avaliação rápida de rios e nascentes como instrumento de análise ambiental urbana e rural. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v.8, n.4, p.85-100, 2017. DOI: <http://doi.org/10.6008/SPC2179-6858.2017.004.0008>

RODRIGUES, L. **Unesco reconhece a Pampulha como Patrimônio Mundial da Humanidade**. Agência Brasil, Belo Horizonte, 17 jul. 2016. Disponível em: <<https://agenciabrasil.ebc.com.br/cultura/noticia/2016-07/pampula-e-reconhecido-como-patrimonio-mundial-da-humanidade>>. Acesso em: 6 fev. 2021.

RODRIGUES, R. da S.; FILHO, F. A. de V. A Trajetória do Planejamento Urbano no Brasil: Uma Tentativa de Periodização. **Geografias, Políticas Públicas e Dinâmicas Territoriais**, [S. l.], 2013. X Encontro Nacional da Associação Nacional de Pós- Graduação e Pesquisa em Geografia.

SALDIVA, Paulo. Crise hídrica pode afetar saúde da população, alerta Paulo Saldiva. **Jornal da USP**, [S. l.], p. 1-1, 5 jul. 2021. Disponível em: <https://jornal.usp.br/radio-usp/crise-hidrica-pode-afetar-saude-da-populacao-alerta-paulo-saldiva/>. Acesso em: 23 jul. 2021.

SANTOS, M. R. R. dos; RANIERI, V. E. L. Critérios para análise do zoneamento ambiental como instrumento de planejamento e ordenamento territorial. **Ambient. soc.**, São Paulo, v. 16, n. 4, p. 43-60, Dec. 2013. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1414-753X2013000400004&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1414-753X2013000400004&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: 12 mar. 2021. <https://doi.org/10.1590/S1414-753X2013000400004>.

SILVA, R. T.; PORTO, M. F. do A. Gestão urbana e gestão das águas: caminhos da integração. **Estud. av.**, São Paulo, v. 17, n. 47, p. 129-145, abr. 2003. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-40142003000100007&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142003000100007&lng=en&nrm=iso)>. acesso em: 15 Mar. 2021. <https://doi.org/10.1590/S0103-40142003000100007>.

SPANGHERO, P. E. S. F.; MOREAU, M. S.; MACEDO, S. de A. **Bacias hidrográficas urbanas**: Qualidade da Água e Conflitos Ambientais na Cidade de Ilhéus–BA. *Revista Geonorte*, [s. l.], 8 jan. 2017. Disponível em: <<https://www.periodicos.ufam.edu.br/revista-geonorte/article/view/3522/pdf>>. Acesso em: 12 fev. 2021.

TUCCI, C. E. M. Água no meio urbano. *Em: Água Doce*. [S. l.]: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1997. Disponível em: <[http://www.mpf.mp.br/atuacao-tematica/ccr4/importacao/institucional/grupos-de-trabalho/encerrados/residuos/documentos-diversos/outros\\_documentos\\_tecnicos/curso-gestao-do-terrimorio-e-manejo-integrado-das-aguas-urbanas/aguanomeio%20urbano.pdf](http://www.mpf.mp.br/atuacao-tematica/ccr4/importacao/institucional/grupos-de-trabalho/encerrados/residuos/documentos-diversos/outros_documentos_tecnicos/curso-gestao-do-terrimorio-e-manejo-integrado-das-aguas-urbanas/aguanomeio%20urbano.pdf)>. Acesso em: 4 fev. 2021.

TUCCI, C. E. M. Coeficiente de escoamento e vazão máxima de bacias urbanas. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, RS, v. 5, ed. 1, Jan/Mar 2000. Disponível em: <<http://rhama.com.br/blog/wp-content/uploads/2017/01/coeficiente-de-escoamento-e-vazao-maxima-de-bacias-urbanas.pdf>>. Acesso em: 15 mar. 2021.

TUCCI, C. E. M.; COLLISCHONN, W. Drenagem urbana e controle de erosão. *In: TUCCI, C. E. M.; MARQUES, D. M. L. da M. Avaliação e controle da drenagem urbana*. Porto Alegre, RS: Editora da universidade, FINEP, 2000. Disponível em: <[http://www.mpf.mp.br/atuacao-tematica/ccr4/importacao/institucional/grupos-de-trabalho/encerrados/residuos/documentos-diversos/outros\\_documentos\\_tecnicos/curso-gestao-do-terrimorio-e-manejo-integrado-das-aguas-urbanas/SED.PDF](http://www.mpf.mp.br/atuacao-tematica/ccr4/importacao/institucional/grupos-de-trabalho/encerrados/residuos/documentos-diversos/outros_documentos_tecnicos/curso-gestao-do-terrimorio-e-manejo-integrado-das-aguas-urbanas/SED.PDF)>. Acesso em: 15 mar.