



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

**ESTUDO PRELIMINAR DA PREVALÊNCIA DE LEPTOSPIROSE ASSOCIADO A  
OCORRÊNCIA DE PRECIPITAÇÃO NO MUNICÍPIO DE BELO HORIZONTE - MINAS  
GERAIS**

**Luis Gustavo Amaral Muritiba**

**Belo Horizonte  
2022**

**Luis Gustavo Amaral Muritiba**

**ESTUDO PRELIMINAR DA PREVALÊNCIA DE LEPTOSPIROSE ASSOCIADO A  
OCORRÊNCIA DE PRECIPITAÇÃO NO MUNICÍPIO DE BELO HORIZONTE - MINAS  
GERAIS**

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. Me. André Luiz Marques Rocha.

Coorientadora: Mestranda Lígia Amaral Muritiba dos Santos.

Belo Horizonte

2022

LUIS GUSTAVO AMARAL MURITIBA

**ESTUDO PRELIMINAR DA PREVALÊNCIA DE LEPTOSPIROSE ASSOCIADO  
A OCORRÊNCIA DE PRECIPITAÇÃO NO MUNICÍPIO DE BELO HORIZONTE –  
MINAS GERAIS**

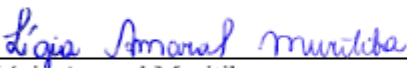
Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Ambiental e Sanitarista.

Data de aprovação: 10/02/2022

Banca examinadora:

---

André Luiz Marques Rocha  
Me. Engenharia Agrícola – Recursos Hídricos e Ambientais  
Professor do CEFET-MG – Orientador

  
Lígia Amaral Muritiba  
Me. Enfermagem – Saúde Pública  
Enfermeira Supervisora Hosp. Lifecenter - Coorientadora

---

Ricardo José Gontijo Azevedo  
Doutor em Geografia  
Professor do CEFET-MG

---

Evandro Carrusca de Oliveira  
Doutor em Geotecnia  
Professor do CEFET-MG



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE  
MINAS GERAIS  
SISTEMA INTEGRADO DE PATRIMÔNIO,  
ADMINISTRAÇÃO E CONTRATOS

FOLHA DE ASSINATURAS

Emitido em 17/02/2022

ATA Nº 6/2022 - DCTA (11.55.03)

(Nº do Protocolo: NÃO PROTOCOLADO)

*(Assinado digitalmente em 17/02/2022 12:55)*  
ANDRÉ LUIZ MARQUES ROCHA  
PROFESSOR ENS BÁSICO TECN TECNOLÓGICO  
DCTA (11.55.03)  
Matricula: 2143906

*(Assinado digitalmente em 17/02/2022 13:42)*  
EVANDRO CARRUSCA DE OLIVEIRA  
PROFESSOR ENS BÁSICO TECN TECNOLÓGICO  
DCTA (11.55.03)  
Matricula: 2150490

*(Assinado digitalmente em 17/02/2022 13:02)*  
RICARDO JOSE GONTIJO AZEVEDO  
PROFESSOR ENS BÁSICO TECN TECNOLÓGICO  
DGEO (11.55.13)  
Matricula: 2144499

Para verificar a autenticidade deste documento entre em <https://sig.cefetmg.br/documentos/> informando seu número:  
6, ano: 2022, tipo: ATA, data de emissão: 17/02/2022 e o código de verificação: 74a6454d1c

## **AGRADECIMENTOS**

Em primeiro lugar agradeço a Deus, Criador e Sustentador da vida. Por meio d'Ele e para Ele existimos. Com misericórdia e graça Ele nos sustém. Agradeço aos meus pais por todo o apoio, presença e amor. À minha família, por partilhar alegria durante o processo, que é árduo. Ao meu professor orientador André por toda a abertura, direcionamento e suporte ao longo de todo o trabalho. À minha coorientadora e irmã, Lígia, e seu marido Murilo, que não mediram esforços para me oferecer suporte, fosse em relação ao trabalho ou à vida. Aos amigos e colegas de vida e profissão, que, sempre na torcida, encorajam, e tornam o percurso mais leve. Por fim, gratidão por concluir. O fim das coisas é melhor do que o começo (Eclesiastes 7: 8)

## RESUMO

MURITIBA, Luis Gustavo Amaral. **Estudo preliminar da prevalência de leptospirose associado a ocorrência de precipitação no município de Belo Horizonte - Minas Gerais.** 2022. 70f. Monografia (Graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária) – Departamento de Ciência e Tecnologia Ambiental, Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2022.

A cidade de Belo Horizonte sofre anualmente com as inundações. Elas causam transtornos que vão desde financeiros até os que afetam a vida, integridade física e saúde do indivíduo. São diversos os fatores que contribuem para um desequilíbrio socioambiental na cidade, dentre eles os aspectos antrópicos de formação da cidade no processo de urbanização se destacam, afinal, foram consolidados de forma desenfreada e descompassada do potencial de estrutura que a geografia local comportava. O atropelamento do planejamento urbano na habitação da cidade desencadeou problemas que tornaram a cidade vulnerável a inundações. Dentre as causas se destacam a impermeabilização do solo, que é um fator da expansão urbana, e a ineficiência da gestão compartilhada entre os setores do saneamento básico e saúde, que é um problema locacional estruturante. A hipsometria, enquanto característica geológica da cidade, demonstra parte integrante das características topográficas de planialtimetria na capital mineira. Estas, variam, dentro da bacia do Onça, entre 980 metros e 675 metros. A água tende a percorrer de montante à jusante, ou seja, do ponto mais alto para o mais baixo. Em pontos onde há declividade acentuada, há também aumento de velocidade de escoamento, e atrelado a impermeabilização do solo, há aumento da vazão das águas na jusante. Atrelado aos fatores de clima da cidade, que concentra 86,49% do volume de precipitações para os meses de outubro a março e considerando que dentro desse período há eventos de fortes chuvas em um curto espaço de tempo, viabiliza-se as inundações. Estas, por sua vez, são a válvula propulsora para a manifestação das doenças de veiculação hídrica, inclusive a leptospirose, que foi o foco de pesquisa neste trabalho. Considerando estes aspectos até então, se pode dizer que o objetivo deste trabalho foi avaliar a prevalência de leptospirose e sua associação com a ocorrência de precipitação no município de Belo Horizonte. Obteve-se os dados de leptospirose por meio do sistema de notificação compulsória por meio do DATASUS com utilização da plataforma TABNET. Os dados de precipitação foram obtidos por meio do INMET. Foi feito o cálculo de prevalência da doença e averiguou-se relação por meio da construção e análise de gráficos e tabelas. Verificou-se que há possível relação de ambos, sendo que os períodos chuvosos favorecem a ocorrência

da doença. Conclui-se que é necessário que tenha melhorias no sistema de drenagem urbano, e dos outros fatores do saneamento básico a fim de minimizar as inundações e seus efeitos deletérios, como a ocorrência da leptospirose.

Palavras-chave: Inundação. Precipitação. Leptospirose. Drenagem Urbana. Impermeabilização. Saneamento Básico.

## ABSTRACT

MURITIBA, Luis Gustavo Amaral. **Preliminary study of the prevalence of leptospirosis associated with the occurrence of precipitation in the municipality of Belo Horizonte - Minas Gerais.** 2022. 70f. Undergraduate thesis (Environmental and Sanitary Engineering) - Department of Environmental Science and Technology, Federal Center of Technological Education of Minas Gerais, Belo Horizonte, 2022.

The city of Belo Horizonte suffers annually from floods. They cause nuisances ranging from financial to those that affect the life, physical integrity and health of the individual. There are several factors that contribute to a socio-environmental imbalance in the city, among which the anthropic aspects of the city formation in the urbanization process stand out. The trampling of urban planning in the housing of the city triggered problems that made the city vulnerable to flooding. Among the causes are soil sealing, which is a factor in urban expansion, and the inefficiency of shared management between the sanitation and health sectors, which is a structuring locational problem. Hypsometry, as a geological feature of the city, demonstrates an integral part of the topographical characteristics of planialtimetry in the capital of Minas Gerais. These vary, within the Onça Basin, between 980 meters and 675 meters. The water tends to flow from upstream to downstream, that is, from the highest point to the lowest. At points where there is a steep slope, there is also an increase in the velocity of the runoff, and linked to soil sealing, there is an increase in the flow of water downstream. Coupled with the climate factors of the city, which concentrates 86.49% of the volume of precipitation for the months of October to March, and considering that within this period there are events of heavy rainfall in a short space of time, floods are feasible. These, in turn, are the propulsive valve for the manifestation of water-borne diseases, including leptospirosis, which was the focus of research in this work. Considering these aspects so far, it can be said that the objective of this study was to evaluate the prevalence of leptospirosis and its association with the occurrence of precipitation in the city of Belo Horizonte. Leptospirosis data were obtained from the compulsory notification system through

DATASUS using the TABNET platform. Precipitation data were obtained from INMET. The prevalence of the disease was calculated and a relationship was verified through the construction and analysis of graphs and tables. It was verified that there is a possible relationship between the two, with rainy periods favoring the occurrence of the disease. We conclude that it is necessary to improve the urban drainage system and other factors of basic sanitation in order to minimize flooding and its deleterious effects, such as the occurrence of leptospirosis.

Keywords: Flooding. Precipitation. Leptospirosis. Urban Drainage. Waterproofing. Basic Sanitation.



## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	11
<b>1.1</b>	<b>Definição do Problema</b> .....	11
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	15
<b>2.1</b>	<b>Objetivo Geral</b> .....	15
<b>2.2</b>	<b>Objetivos Específicos</b> .....	15
<b>3</b>	<b>REVISÃO DA LITERATURA</b> .....	16
<b>3.1</b>	<b>Reflexão e Contextualização das Inundações Urbanas no Cenário Atual</b> .....	16
<i>3.1.1</i>	<i>Clima e Precipitações</i> .....	17
<b>3.2</b>	<b>Aspectos Antrópicos Que Influenciam as Inundações e o Sistema de Drenagem em Belo Horizonte</b> .....	21
<i>3.2.1</i>	<i>A Expansão Urbana e a Impermeabilização do Solo</i> .....	22
<b>3.3</b>	<b>A Relação do Relevo e Topografia com a Drenagem Urbana na Bacia do Onça</b> ....	25
<i>3.3.1</i>	<i>Bacia Hidrográfica (Bacia do Onça)</i> .....	25
<i>3.3.2</i>	<i>Hipsometria da Bacia e a Drenagem Urbana</i> .....	27
<i>3.3.3</i>	<i>Declividade da Bacia e a Drenagem Urbana</i> .....	28
<b>3.4</b>	<b>Deficiência na Drenagem e a Influência na Saúde Pública com Foco na Leptospirose</b> .....	30
<b>3.5</b>	<b>Leptospirose</b> .....	35
<b>4</b>	<b>METODOLOGIA</b> .....	38
<b>4.1</b>	<b>População e Amostra</b> .....	38
<b>4.2</b>	<b>Coleta de Dados</b> .....	38
<b>4.3</b>	<b>Área de Estudo</b> .....	40
<b>4.4</b>	<b>Procedimentos da Revisão Bibliográfica:</b> .....	40
<b>5</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	42
<b>6</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	53
<b>7</b>	<b>RECOMENDAÇÕES</b> .....	54

<b>8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>55</b>
<b>APÊNDICES .....</b>	<b>62</b>
<b>APÊNDICE A – Imagem de planilha de compilação de dados de precipitação diária elaborada pelo autor.....</b>	<b>63</b>
<b>APÊNDICE B – Gráficos de precipitação mês a mês por ano. ....</b>	<b>64</b>

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 Definição do Problema

O saneamento básico é definido como o controle dos fatores do meio físico que exercem ou têm o potencial de exercer efeitos nocivos sobre o bem-estar físico, mental e social (WHO, 2004), sendo considerado um importante determinante ambiental de saúde (PRÜSS-ÜSTÜN, 2016). Sua ausência gera grande preocupação em saúde pública, principalmente em países de baixa e média renda (PRÜSS-ÜSTÜN, 2016)

O “saneamento básico” está previsto na Constituição Federal do Brasil de 1988 em pelo menos três passagens, das quais podemos destacar, art. 21, XX, que atribui à União a competência para “instituir diretrizes para o desenvolvimento urbano, inclusive habitação, saneamento básico e transportes urbanos”; art. 23, IX, que prevê ser competência comum da União, Estados, Distrito Federal e Municípios a promoção de “programas de construção de moradias e a melhoria das condições habitacionais e de saneamento básico”; e por último, o art. 200, IV, dispõe que compete ao Sistema Único de Saúde (o “SUS”), nos termos da lei, “participar da formulação da política e da execução das ações de saneamento básico” (BRASIL, 1988).

Segundo a Lei Federal nº 11445/2007, o saneamento básico pode ser definido como “o conjunto dos serviços, infraestrutura e instalações operacionais de abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, drenagem e manejo de águas pluviais urbanas” (BRASIL, 2007). Estes pontos citados compõem a matriz das áreas do saneamento básico, e deve ser conferida qualidade de vida digna e cuidado básico no que se refere às questões sanitárias que envolvem a saúde humana e do meio ambiente.

Vale destacar também, que no ano de 2020, foi publicado o novo marco regulatório do saneamento básico, introduzido por meio da Lei Federal nº 14.026/2020, trazendo algumas inovações relevantes, prevendo a obrigatoriedade de os contratos preverem metas de desempenho e de universalização dos serviços; adotando como princípio a regionalização dos serviços de saneamento; promovendo mudanças substanciais na sua regulação; e estimulando a concorrência e a privatização das empresas estatais de saneamento, entre outras (BRASIL, 2020).

Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), o principal objetivo do saneamento é a promoção da saúde do ser humano (PNUD, 1997), visto que muitas doenças podem proliferar

devido a ausência desse serviço (EOS CONSULTORES, 2019). Infelizmente o Brasil ainda enfrenta uma realidade de atraso nas questões sanitárias, ocupando, segundo estimativas da OMS, o 117º lugar quanto ao percentual da população com acesso ao saneamento básico (TRATA BRASIL, 2021). Este panorama revela que há possibilidades para a proliferação de doenças e até mortes, prejudicando o bem-estar, a saúde e a qualidade de vida da população, principalmente dos mais vulneráveis, além de causar poluição de rios, nascentes e acúmulo de resíduos tóxicos nas cidades.

Freitas; Magnabosco (2018), em estudo intitulado “Benefícios econômicos e sociais da expansão do saneamento no Brasil”, tendo por referência os relatórios realizados pelo Instituto Trata Brasil (2017) que abordavam aspectos sobre os benefícios econômicos do saneamento no Brasil, publicados em março de 2014 e em março de 2017, aprofundam as questões do impacto da falta de saneamento na economia. Além disso, os autores apresentam dados estatísticos aprimorados, destacando que o país deixa de gerar benefícios de até 1,2 trilhões de reais pela ausência de saneamento básico, e mais, considerando o custo médio nacional para se levar água e esgoto às moradias, o estudo estimou que são necessários 443,5 bilhões de reais investidos em 20 anos para que todos os brasileiros tenham este acesso (FREITAS; MAGNABOSCO, 2018).

Os problemas de saneamento, relacionados principalmente aos serviços de disponibilidade de água potável, esgotamento sanitário e manejo de resíduos sólidos, são agravados pelo crescimento não planejado dos centros urbanos (BRASIL, 2017), afetando atualmente parte importante da carga total de doenças no mundo (PRÜSS-ÜSTÜN et al., 2008).

O Brasil, embora tenha mostrado importante progresso na redução das iniquidades em saúde nas últimas décadas, é um país que ainda apresenta importantes desafios relacionados às desigualdades na cobertura de serviços de saneamento (WHO, 2015). Dentre os quatro componentes do setor de saneamento, os serviços de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas são os que apresentam maior carência de políticas e organização institucional. O aumento das inundações nos centros urbanos, está relacionado a um processo de urbanização que ocorreu de forma acelerada e caótica, e, à falta de disciplinamento do uso e ocupação do solo (TUCCI, 2006). O crescimento urbano desenfreado, por sua vez, altera as características da bacia natural e promove a impermeabilização do solo. Esta é responsável pela diminuição da infiltração da água no solo e conseqüentemente gera o aumento do escoamento das águas

superficiais. Atrelado a esse processo, as inundações também estão diretamente relacionadas às falhas na macrodrenagem e na microdrenagem (PORTO, 1995), seja por erros no planejamento e execução, falta de manutenção, envelhecimento do sistema ou sobrecarga em função do crescimento urbano (MIGUEZ; VERÓL e REZENDE, 2016).

Diversas doenças estão relacionadas à carência e/ou ausência de serviços de saneamento básico. No mundo doenças de veiculação hídrica são a segunda maior causa de morte na infância, atrás, apenas, das infecções respiratórias. A deficiência nos serviços de saneamento básico do local de residência está relacionada ao aumento da susceptibilidade dos indivíduos a “Doenças Relacionadas ao Saneamento Ambiental Inadequado” (DRSAI) (FUNASA, 2010). Entre as principais doenças associadas às condições de saneamento ambiental estão as diarreias e a dengue, responsáveis por mais de 93% das internações por DRSAI entre 2001 e 2009 no Brasil (TEIXEIRA et al., 2014). Em 2013, constataram-se expressivas taxas de internação por doenças diarreicas no município de Belo Horizonte, com taxa de mortalidade igual a 1,57 a cada 100 mil pessoas (VENTURA; LOPES, 2017). A dengue é outra doença que tem representado grande preocupação de saúde pública, e verifica-se aumento de sua ocorrência em municípios como Porto Alegre (NUGEM, 2015) e Rio de Janeiro (XAVIER et al., 2017).

A leptospirose, doença infecciosa febril aguda, é resultante da exposição direta ou indireta da pele humana que tenha microfissuras ou ferimentos à urina de animais, normalmente roedores infectados pela bactéria *Leptospira*, classificada pela Fundação Nacional da Saúde - FUNASA como “doença transmitida através do contato com a água” (FUNASA, 2010). É classificada como uma DSRAI que merece destaque por ser uma doença endêmica no Brasil que se torna epidêmica em períodos de chuvas (BRASIL, 2021). A relevância do estudo da doença também se dá por sua maior ocorrência em territórios urbanos, em especial áreas socioeconomicamente vulneráveis, locais com maior acúmulo de dejetos, áreas sem ou com baixa coleta de lixo, áreas com maior propensão a enchentes e muitas vezes escassez do saneamento básico. Acrescenta-se, segundo diz Rodrigues (2018), em seu artigo “O círculo vicioso da negligência da leptospirose no Brasil” que a Leptospirose é uma doença que poderia ter seus efeitos deletérios mitigados por uso de medidas saneadoras do meio ambiente.

Nas áreas urbanas a infecção ocorre principalmente em situações de inundações ou alagamentos, em que ocorre o favorecimento do contato das pessoas com a urina contaminada

dos ratos presente nas águas de drenagem pluvial (GUIMARÃES; CARVALHO e SILVA 2007).

Ventura e Lopes (2017) destacam que as maiores taxas de internações por leptospirose registradas em Belo Horizonte foram de 0,67 a cada 100.000 pessoas em 2011 e em Ribeirão das Neves de 0,99 a cada 100.000 pessoas em 2012, considerando os pacientes que chegaram a fase mais aguda da doença. De acordo com dados apresentados pelo Ministério da Saúde no ano de 2014, aproximadamente 15% dos casos de leptospirose evoluem para casos mais graves, o que indica que as taxas de internação registradas pelo DATASUS, podem representar um número de infectados bastante superior (BRASIL, 2014). Vale destacar que a leptospirose é uma doença tropical negligenciada, ou seja, caracteriza-se por não receber a devida atenção no atendimento médico, no desenvolvimento de medicamentos e de métodos diagnósticos, e nas condições sociais de vida das populações, sendo uma doença mais comum nas populações marginalizadas e de baixa renda, tendo elevadíssimas taxas de subnotificação (MARTINS; SPINK, 2020). Além disso, na fase chamada de precoce os sintomas são: instalação abrupta de febre, comumente acompanhada de cefaleia (dor de cabeça), mialgia (dores musculares), anorexia (falta de apetite), náuseas e vômitos, facilmente confundíveis com outras doenças febris (BRASIL, 2017). Essa fase corresponde a 85 a 90% das formas clínicas, mas poucos casos são identificados e notificados nessa fase da doença, em decorrência das dificuldades inerentes ao diagnóstico clínico e à confirmação laboratorial.

Diante do exposto, este trabalho pretende avaliar a prevalência de leptospirose associado a ocorrência de precipitação no município de Belo Horizonte - Minas Gerais com exposição de dados agregados por órgãos, artigos e literatura disponível.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo Geral**

Avaliar a prevalência de leptospirose e sua associação com a ocorrência de precipitação no município de Belo Horizonte.

### **2.2 Objetivos Específicos**

- ✓ Fazer levantamento de dados referentes a ocorrência de leptospirose e volume de precipitação em órgãos oficiais ano a ano, mensal e diário, compila-los e interpretá-los.
- ✓ Relacionar a ocorrência de leptospirose com as precipitações nos anos de 2007 a 2019 em Belo Horizonte.
- ✓ Relacionar a ocorrência da leptospirose com a média mensal de precipitações e os períodos de sazonalidade chuvosos utilizando os anos de 2007, 2011 e 2012 em Belo Horizonte para análise.

### **3 REVISÃO DA LITERATURA**

A revisão de literatura do presente trabalho, está dividida em 5 (cinco) seções, apresentando inicialmente na seção 1 (um) uma breve reflexão e contextualização das inundações urbanas no cenário atual tomando como base a cidade de Belo Horizonte.

Na seção 2 (dois) será discorrido de forma breve a respeito do processo de urbanização em Belo Horizonte, a sua relação com a impermeabilização do solo e o papel da drenagem urbana.

A seção 3 (três) abordará a relação da drenagem urbana com a hipsometria e a declividade com foco na bacia do onça em Belo Horizonte. Ressalto que a área de atuação da pesquisa é a cidade de Belo Horizonte. Preferiu-se abordar esta bacia, assim como a regional nordeste, a título de ilustração geral para reforçar o conteúdo deste trabalho, tendo em vista que é uma região de Belo Horizonte fortemente afetada pelas chuvas e compreende uma região de vulnerabilidade socioambiental, como será mostrado nesta seção.

Na seção 4 (quatro), serão apresentadas informações que busquem ilustrar de maneira generalizada, a relação existente entre a carência ou precariedade dos serviços de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas no município de Belo Horizonte e saúde pública com foco na Leptospirose.

A seção 5 (cinco) abordará acerca da leptospirose.

#### **3.1 Reflexão e Contextualização das Inundações Urbanas no Cenário Atual**

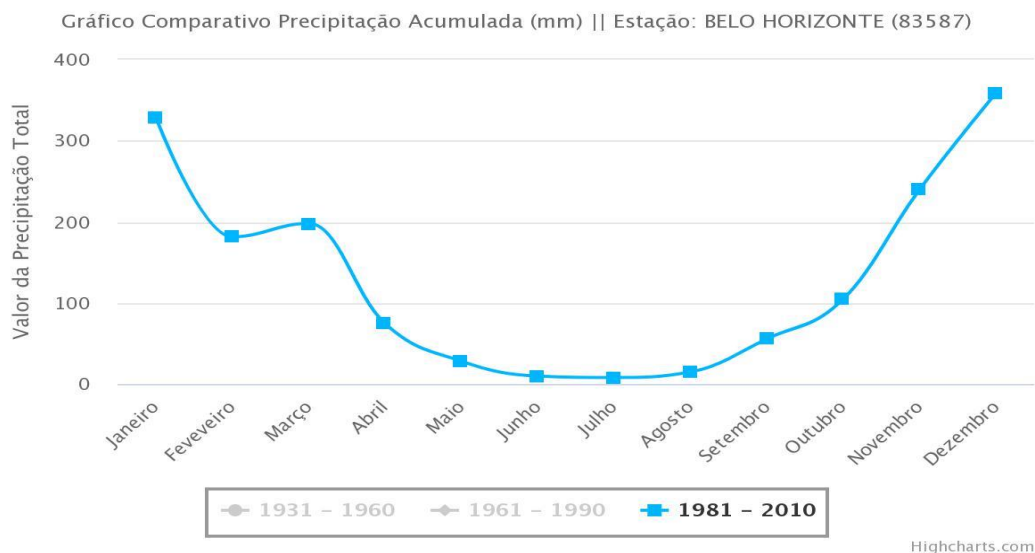
A ausência do sistema de drenagem urbana ou a má execução de obras e projetos desse setor faz com que se intensifiquem as inundações gerando transtornos multisetoriais à população. De modo geral, nas cidades do Brasil há defasagem quanto ao serviço de drenagem e pouca infraestrutura pública, caracterizando-a como insuficiente para a proteção contra os desastres relacionados às chuvas, que ano após ano se demonstram mais acentuadas. A cidade de Belo Horizonte possui algumas características climáticas que precisam ser descritas para que a reflexão acerca do assunto que será abordado seja mais assertiva, portanto, iniciar-se-á discorrendo sobre o clima em Belo Horizonte.



### 3.1.1 Clima e Precipitações

A partir do critério de classificação climática Köppen-Geiger a cidade de Belo Horizonte é de clima subtropical úmido listado na classificação Cfa e Cwa. É um clima temperado e quente em que chove mais no verão do que no inverno. Belo Horizonte passa por um clima de transição ao longo do ano, podendo ser dividido em duas estações, uma seca (entre os meses de: Abril a Setembro) e outra chuvosa (entre os meses de Outubro a Março) conforme expressa a figura 3.1. A tabela 3.1 expressa o volume de precipitação mensal medido na normal climatológica.

**Figura 3.1 - Normal Climatológica, período 1981 – 2010 de Belo Horizonte**  
Instituto Nacional de Meteorologia – INMET



Fonte – INMET (2021)

**Tabela 3.1 - Índice pluviométrico mensal em Belo Horizonte**

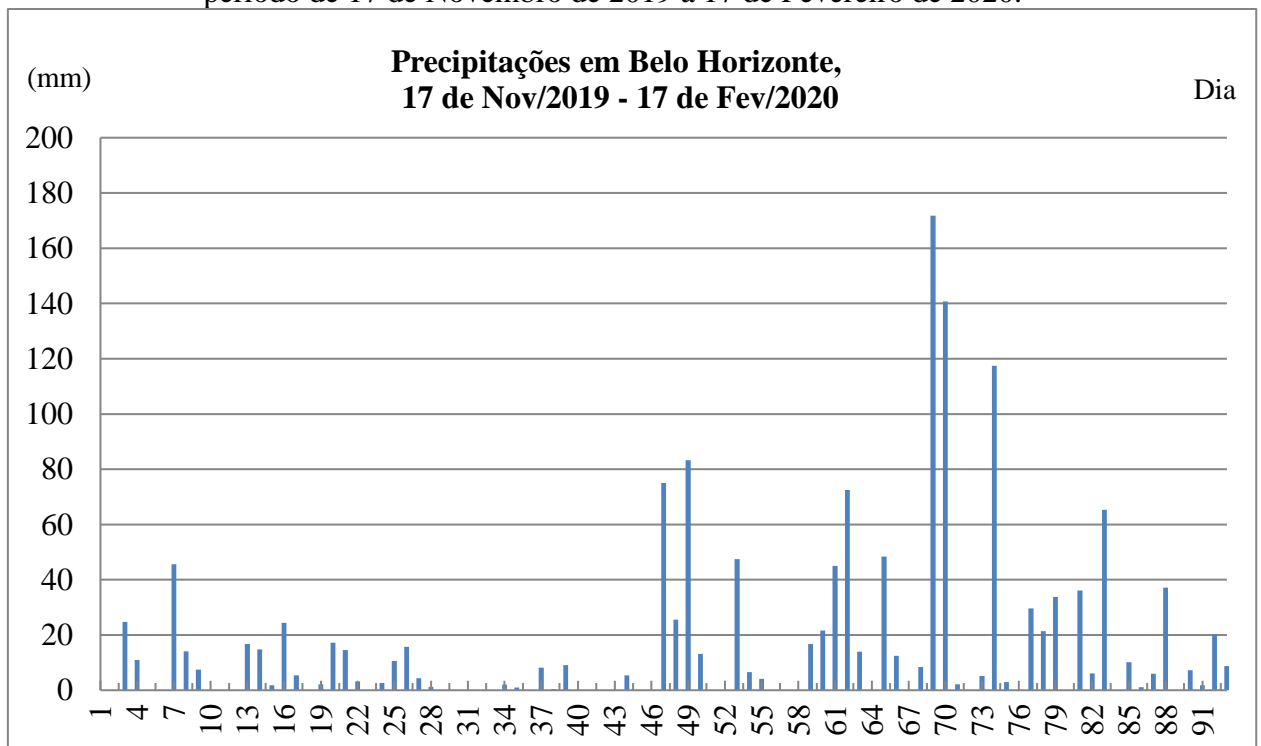
Normal Climatológica 1981 - 2010	
Mês	Precipitação (mm)
Janeiro	329,1
Fevereiro	181,4
Março	198
Abril	74,7
Maio	28,1
Junho	9,7
Julho	7,9
Agosto	14,8
Setembro	55,5
Outubro	104,7
Novembro	239,8
Dezembro	358,9
<b>TOTAL</b>	<b>1602,6</b>

Fonte – Autor (2022)

A figura 3.1 mostra a precipitação média mês a mês no percurso dos trinta anos. Foi gerado no Instituto Nacional de Meteorologia - INMET e representa a normal climatológica do triênio 1981 – 2010. A tabela 3.1 destaca a média de precipitações em milímetros das chuvas dentro do período de trinta anos de 1981 a 2010 e afirma o valor de 1602,6 mm como média anual de precipitações.

Moreira (2002) afirma que 88% do total anual das chuvas de Belo Horizonte concentram-se nos meses de outubro a março, sendo os 12% restantes distribuídos entre abril e setembro, confirmando a informação de maior incidência chuvosa no período. Analisando os dados do INMET para intensidade de chuva dos 30 anos considerados anteriormente, encontramos que o período seco abarcou 13,51% das precipitações, enquanto o período chuvoso concentrou 86,49% das chuvas. Neste período de concentração chuvosa, que se estende de outubro a março, se apresenta em eventos específicos uma quantidade volumétrica de precipitação acumulada considerável para um pequeno número de dias. A seguir, na figura 3.2, se apresenta o gráfico que exemplifica essa informação por meio de um recorte trimestral do período chuvoso durante a passagem do ano de 2019 para 2020, em que houve grande intensidade chuvosa em dias específicos:

**Figura 3.2** - Gráfico representativo das precipitações diárias em Belo Horizonte referente ao período de 17 de Novembro de 2019 a 17 de Fevereiro de 2020.



Fonte - Autor (2021), com dados do INMET (2021).

Observa-se que os dias (24/01/2020, 25/01/2020 e 29/01/2020 respectivos às numerações 69, 70 e 74) com maiores índices de chuva no período com suas respectivas precipitações em milímetros (171,8mm, 140,7mm e 117,4mm), somados, conferem 429,9 mm, o que representa que em apenas três dias choveu 26,83% da média anual da normal climatológica 1981 - 2010.

Esses dados revelam que há uma concentração chuvosa consideravelmente alta em um curto espaço de tempo e embora a pluviosidade média anual de Belo Horizonte seja 1602,6 mm, em alguns dias do ano os índices de chuva podem chegar a mais de 100mm/dia, como mostrou o gráfico projetado que considerou as chuvas em Belo Horizonte dentro do período de 90 dias entre 2019 e 2020.

A figura 3.3 expressa imagem de uma forte chuva em Belo Horizonte no período destacado, Janeiro de 2020, em uma área com baixo Índice de Drenagem Urbana (IDR para essa região será destacado na seção quatro deste documento) e por isso de alto risco a problemas hidrológicos, expressa visualmente a que proporções os danos tem potencial para chegar, inclusive problemas referentes à salubridade (a relação da salubridade com a deficiência no sistema de drenagem também será discutida na seção quatro).

**Figura 3.3:** Córrego do Onça na proximidade do Novo Aarão Reis encontro com Bairro Ouro Minas na região nordeste de BH em dia de forte chuva.



Fonte - Foto retirada do Globo Play de reportagem de Jan (2020)

Observa-se a proximidade das casas junto ao leito do Córrego do Onça o que, como visto na imagem, confere diversos riscos à população local.

As fortes precipitações são a válvula primária das inundações, que, afinal, podem ser até naturais, entretanto não devem ser qualificadas como causa única dos desastres. Magalhães (2012) afirma, inclusive, que a falta de um sistema de drenagem qualificado intensifica os problemas ligados às inundações. Segundo ele, elas ocorrem quando há acúmulo momentâneo de água em uma dada área devido a problemas no sistema de drenagem, podendo ou não ter relação com processos pluviais (MAGALHÃES, 2012). Logo, as inundações têm relação com outros fatores para além das precipitações, e, como diversos autores afirmam, os desastres também estão relacionados a situações de drenagem deficiente ou ineficiente e não exclusivamente às precipitações locais.

Castro et al. (2003) já dizia anteriormente na mesma medida que: “Nos alagamentos o extravasamento das águas depende muito mais de uma drenagem deficiente, que dificulta a vazão das águas acumuladas, do que das precipitações locais”. Portanto, com a falta de um sistema de drenagem adequado aumentam-se as inundações. Tucci (2002) já disse ao definir drenagem urbana:

O conjunto de medidas que tenham por objetivo minimizar os riscos a que as populações estão sujeitas, diminuir os prejuízos causados por inundações e possibilitar o desenvolvimento urbano de forma harmônica, articulada e sustentável (TUCCI, 2002; p. 805).

Dessa forma dá-se início à discussão de forma contextualizada, mostrando acima a definição de drenagem conferida por Tucci (2002) e a explicação de que o clima e as precipitações da cidade de Belo Horizonte, ainda que influentes, são parte da causa dos desastres hidrológicos. A próxima seção abordará outros aspectos essenciais que envolvem a dinâmica das inundações e a influência antrópica conferida no processo desenfreado de urbanização da cidade de Belo Horizonte que atropelou o planejamento e a boa estruturação que demandam um sistema de drenagem urbana.

### **3.2 Aspectos Antrópicos Que Influenciam as Inundações e o Sistema de Drenagem em Belo Horizonte**

O planejamento habitacional inicial da cidade de Belo Horizonte era que crescesse em até 200 mil habitantes nos 100 anos subsequentes à data de sua fundação (1897) de acordo com a PBH, sendo que, na década de 60 do século XX já havia atingido um milhão de habitantes e hoje, com aproximadamente três milhões de habitantes pode-se dizer que houve um rápido crescimento populacional e conseqüentemente um processo de urbanização com certas defasagens. Neste contexto a capital, planejada para atender uma demanda populacional muito aquém da atual, não acompanhou, com obras de infraestrutura no que tange à drenagem urbana adequada, o crescimento demográfico ocorrido nos últimos anos. Portanto, aspectos importantes de cunho geológico, ecológico, climático, demográfico, de esgotamento sanitário, drenagem urbana, foram evidentemente atropelados pelo acelerado crescimento, que ultrapassou os limites da avenida do contorno - na qual a cidade havia sido planejada sob tal área limítrofe – e a população continuou crescendo e povoando de forma conurbada aos arredores consolidando o panorama urbano que temos hoje.

O acelerado crescimento urbano atrelado a visão higienista de expansão que ocorreu no período entre 1850 e 1990, como afirma Christofidis et al. (2019), acarretou problemas em longo prazo. Hoje em dia isso pode ser visto nas recorrentes enchentes e nas condições de precariedade que estão expostos os segmentos urbanos que se desenvolveram em áreas impróprias para habitação e trouxeram sérios problemas à qualidade de vida da população e conseqüentemente maiores gastos financeiros e necessidade de investimentos em saúde.

Este processo de urbanização como foi em Belo Horizonte, revela, hoje, anos mais tarde, conseqüências negativas, como destacam Moura; Landau e Ferreira (2010) ao constatar que, as ações antrópicas decorrentes do aumento populacional contribuem na alteração do ambiente e por conseqüência geram impactos advindos da defasagem da drenagem e isto pode interferir diretamente no aumento das doenças infecciosas e na redução da qualidade de vida da população (LANDAU e MOURA, 2016).

Destaca-se, portanto, que um fator causal de desequilíbrio sanitário que afeta negativamente a salubridade tem origem no processo de urbanização desenfreado, não planejado e descompassado com o meio ambiente que reflete em inundações, enchentes e que tem relação com o aumento de doenças de veiculação hídrica, inclusive a leptospirose.

### 3.2.1 A Expansão Urbana e a Impermeabilização do Solo

A impermeabilização do solo, provocada por esse processo de urbanização, é um potencializador das inundações, visto que a água vinda das chuvas que deveria entrar no ciclo natural das águas é atrapalhado, afinal a água ao invés de ser infiltrada e escoar para dentro do solo alimentando os lençóis e as nascentes é arrastada sobre os condutos adquirindo uma vazão forte e que ganha uma maior proporção no decorrer do caminho gerando problemas, como as inundações.

Cavalcante (2011), ao abordar o assunto diz: “Sabe-se que a impermeabilização do solo e a precipitação são os principais condicionantes” das inundações. Reis (2011), na mesma dinâmica também diz que “O fenômeno de alagamento também está relacionado com a redução da infiltração natural nos solos urbanos, a qual é provocada por: compactação e impermeabilização do solo”. Ela ainda diz que a impermeabilização intensifica o processo de escoamento superficial, pois anula as características de permeabilidade da geologia da área, principalmente onde as declividades são altas e médias.

O hidrograma da figura 3.4 a seguir expressa a diferença dos picos de vazão entre uma área não impermeabilizada e uma área urbanizada, que conseqüentemente estará com menor taxa de permeabilidade do solo.

**Figura 3.4** - Hidrograma de áreas urbanas e não impermeabilizadas:



Fonte - TUCCI (2012)

Observa-se que o hidrograma, representado na imagem acima, expressa o elevado nível de vazão de pico das águas atrelado ao processo de urbanização, este, que intensifica as cheias. Cavalcante (2011) corrobora neste assunto explicando que os impactos da urbanização agravam as inundações urbanas. Segundo ele tal processo também pode ser intensificado pelo aumento

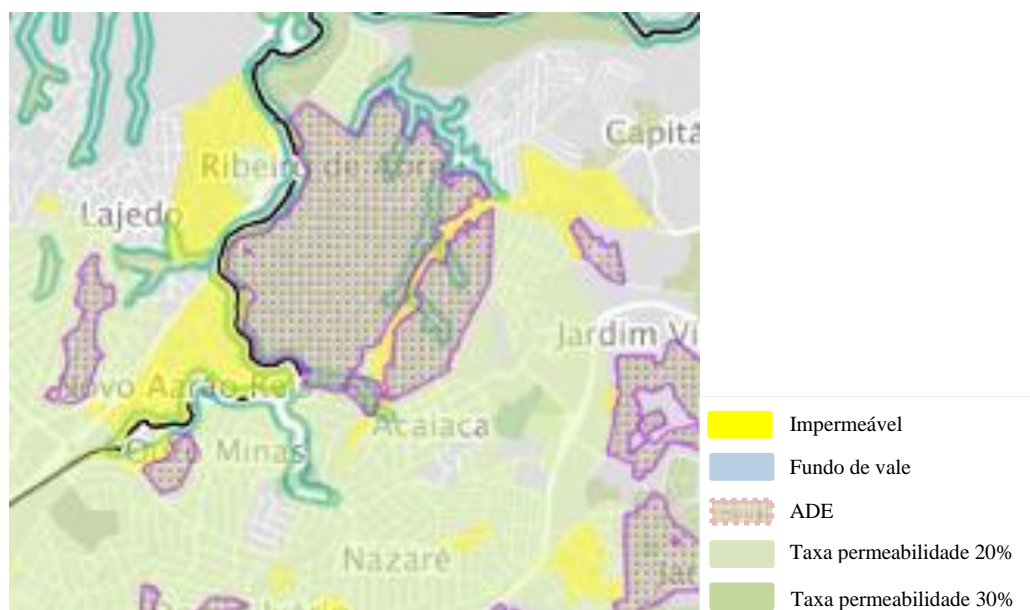
significativo do assoreamento ou por sedimentos ou lixo (por reduzir a capacidade de transporte da calha dos rios, o que também prejudica a drenagem das águas pluviais). Ao discorrer sobre o mesmo assunto Tucci (2012) também concorda, afirmando que:

A urbanização tende a impermeabilizar o solo e acelerar o escoamento por condutos e canais. Este processo produz: (a) aumento da vazão máxima e sua frequência das inundações; (b) aumento da velocidade do escoamento, resultando em erosão do solo e produção de sedimentos para o sistema de drenagem; (c) aumento dos resíduos sólidos que escoam para o sistema de condutos. Os sólidos produzem entupimento e reduzem a capacidade de escoamento de condutos e canais, produzindo maiores inundações; e (d) deteriorização da qualidade da água pluvial devido à lavagem das superfícies urbanas (TUCCI, 2012; p. 17).

Como fora reiterado, o aumento da impermeabilização do solo, gerado pela expansão não planejada da mancha urbana na cidade tem grande potencial para agravar ainda mais a suscetibilidade natural das inundações. Ela é um grande fator de potencialização à inundações, pois reduz a infiltração da água no solo, amplia o pico das cheias, entre outros fatores, como afirmaram Rebouças; Braga e Tundisi (2006). Eles ainda afirmam que conforme se expande a mancha urbana há uma tendência ao descontrole do uso e ocupação do solo da bacia e isso pode trazer sérios problemas como a redução da infiltração do solo e a consequente ampliação do pico das cheias causando inundações (REBOUÇAS; BRAGA e TUNDISI, 2006).

Esse processo de urbanização e consequente impermeabilização do solo é realidade na cidade de Belo Horizonte. Para demonstrar este fato pretendeu-se discorrer de forma geral com as locuções coletados para Belo Horizonte como um todo, no entanto, a título de ilustração foi feito um recorte como está apresentado na figura 3.5. Ela mostra uma região que representa bem a ilustração (a figura 3.3 que mostra a cheia do Córrego do Onça está dentro dessa área, no fundo de vale, entre os bairros Novo Aarão Reis e Ouro Minas).

**Figura 3.5** - Recorte Representativo de área citada em Belo Horizonte.



Fonte - SIURBE, BHMap (2021).

Essa área representa parte da região Nordeste de Belo Horizonte, englobando os bairros Ribeirão de Abreu, Novo Aarão Reis e Ouro Minas. Observa-se que é uma região circundada por fundos de vale (linhas em azul). As manchas em amarelo e verde claro e escuro representam a taxa de permeabilidade do solo sendo que em amarelo são áreas impermeáveis, verde claro representa 20% de taxa de permeabilidade do solo para terrenos com área maior que 360m<sup>2</sup> ou 10% para terrenos com área menor ou igual a 360m<sup>2</sup> e as áreas em verde um pouco mais escuro 30% de permeabilidade do solo. A mancha pontilhada em lilás expressa que é uma Área de Diretrizes Especiais (ADE) de interesse ambiental. As linhas em azul representam as conexões de fundo de vale.

Esses fatores atrelados à baixa permeabilidade do solo revelam maiores riscos a inundações e enchentes, tendo em vista que os arredores prévios do caminho da água também são de baixa permeabilidade. Isso potencializa o escoamento e velocidade das águas que tendem a chegar com grande vazão e causar estragos diversos, tanto de ordem financeira (destruindo carros e casas, eletrodomésticos, pontos de vias públicas, atacando o comércio, entre outros) como de ordem física, podendo causar mortes ou auxiliar à proliferação de doenças de transmissão hídrica.

A princípio, então, observando esse processo de urbanização desenfreado e a consequente impermeabilização do solo, vê-se que a vazão de água nessa região tende a chegar alta e com



grande volume por conta de que a água se acumula no decorrer do percurso tendendo a escorrer às regiões de menor topografia. E isso pode ser averiguado observando outro critério importante, como a hipsometria da bacia (no caso será explanada a Bacia do Onça), e sua relação com a drenagem urbana.

### **3.3 A Relação do Relevo e Topografia com a Drenagem Urbana na Bacia do Onça**

Os parâmetros meteorológico-climáticos e de urbanização abordados até então, no que tange às inundações e alagamentos, parametrizam-se atrelados aos condicionantes de topografia local, que serão demonstrados a seguir com o auxílio de mapas, sobre a relação com a hipsometria e declividade e, essas, também ligadas às questões de impermeabilização do solo e rede de drenagem.

Primeiramente será explanada a caracterização da bacia do onça e posteriormente serão mostrados dois mapas, um mapa hipsométrico que revela a planialtimetria da bacia, e conseqüentemente o caminho natural que as águas tendem a percorrer, e um outro referente às variações na declividade ao longo da bacia do Ribeirão do Onça, o que influencia na velocidade do escoamento.

#### *3.3.1 Bacia Hidrográfica (Bacia do Onça)*

A Bacia do Onça tem características conforme define o Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas (2015):

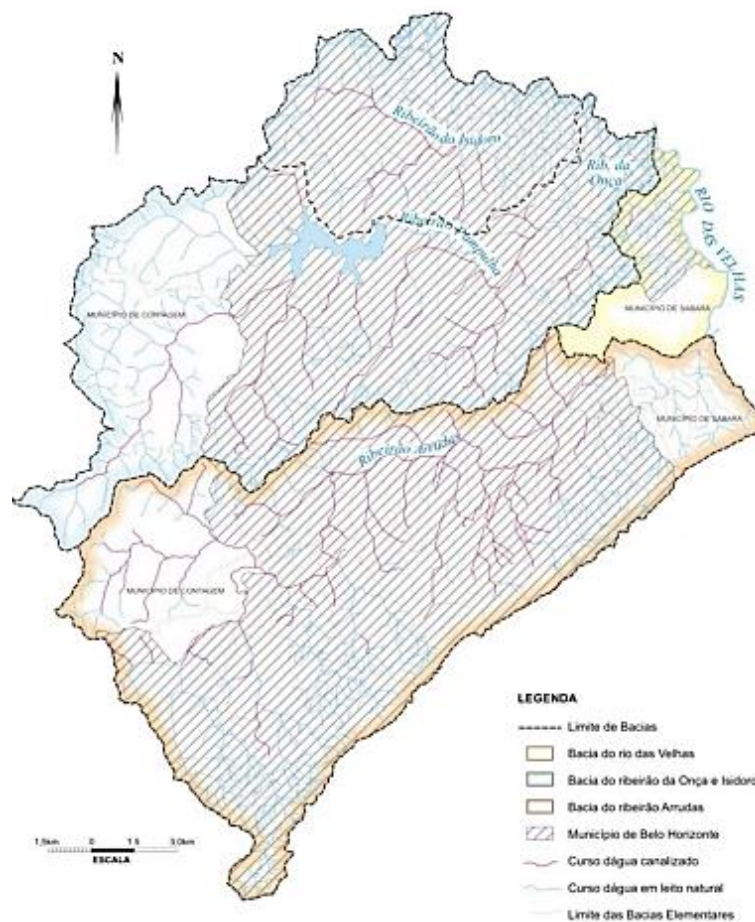
A Unidade Territorial Estratégica Ribeirão Onça localiza-se no Alto Rio das Velhas e é composta pelos municípios de Belo Horizonte e Contagem. A UTE possui uma área de 221,38 km<sup>2</sup> e sua população chega a 1,3 milhões de habitantes. Os principais cursos d'água da UTE são o Ribeirão do Onça, Ribeirão da Pampulha, Córrego da Ressaca, Ribeirão do Cabral e Córrego São João (CARTILHA DO PDRH, 2015; p. 5).

O Ribeirão Onça é enquadrado na classe 3 (consumo humano após tratamento convencional ou avançado) e “os principais agentes de degradação das águas superficiais na UTE Ribeirão Onça devem-se, sobretudo, aos lançamentos de esgotos domésticos e aos efluentes industriais” (CARTILHA DO PDRH, 2015; p. 6). O Ribeirão nasce em Contagem e deságua no Rio das Velhas em Santa Luzia e é o ribeirão que mais polui o Rio das Velhas (PROJETO MANUELZÃO, 2009).

Segundo Reis (2011) a Bacia do Onça é uma bacia de forma circular a ramificada com rede de drenagem dendrítica e altimetria variando aproximadamente de 980m a 675m. Os cursos d'água ali apresentam padrão fluvial meandrante e de baixa sinuosidade. Ainda diz que são áreas em que o relevo predominante é de colinas de topo plano a convexo variando com encostas de características côncava-convexas, que foram formadas pela dissecação fluvial das áreas gnáissicas.

A vazão média de longo período pela bacia é 5,77 m<sup>3</sup>/s, a vazão mínima 1,53 m<sup>3</sup>/s, volume outorgado 76.400 (1.000 m<sup>3</sup>/ano), volume explotável 21.000 (1.000 m<sup>3</sup>/ano) e a população urbana de aproximadamente 1.317.295 habitantes (CARTILHA DO PDRH, 2015). A figura 3.6 mostra a macrodrenagem em Belo Horizonte e destaca na parte superior a bacia do Onça abrangendo os municípios de Belo Horizonte e Contagem.

**Figura 3.6** - Macrodrenagem em Belo Horizonte, Bacia do Onça e Arrudas.

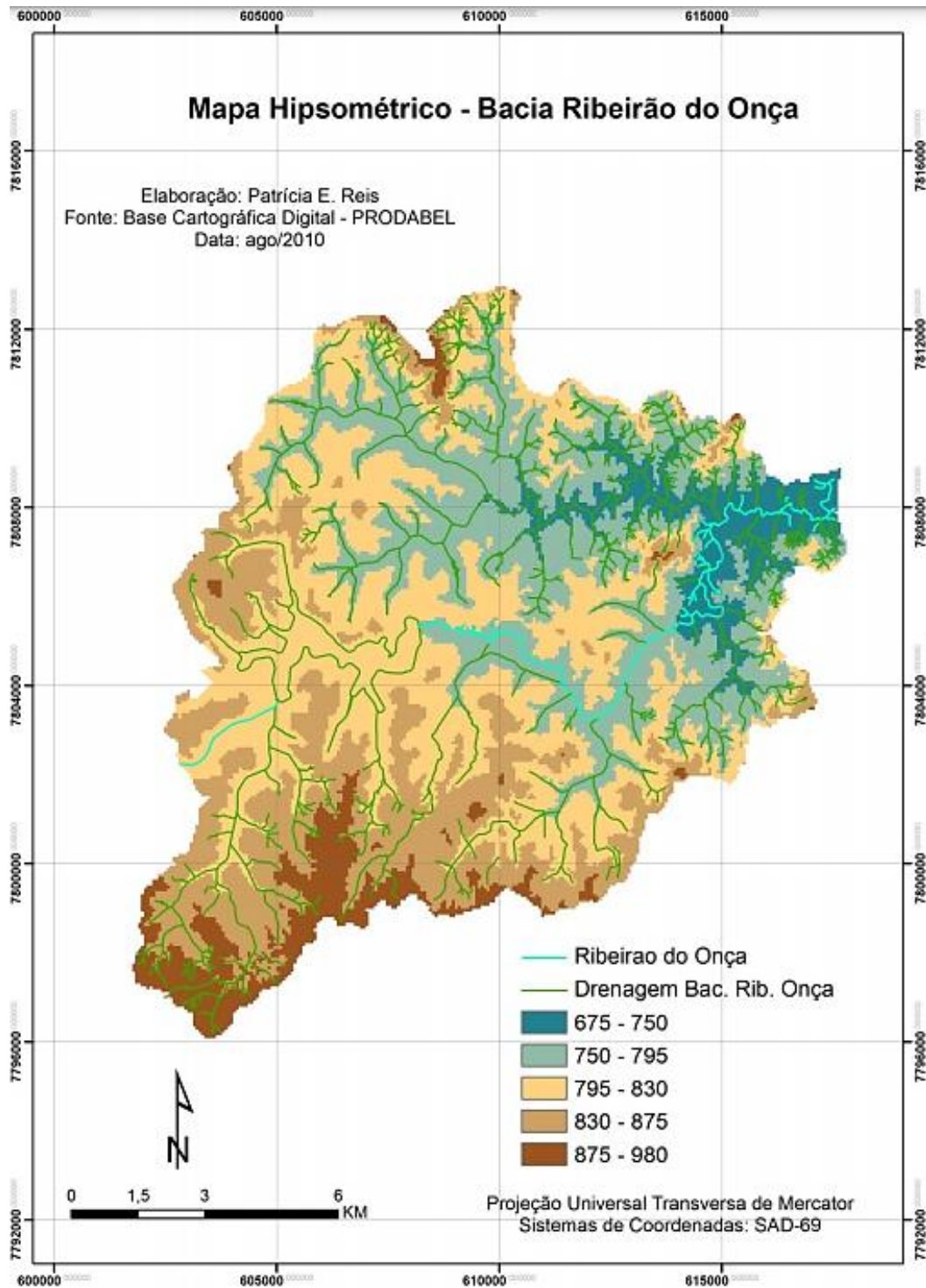


Fonte - SUDECAP, Prefeitura de Belo Horizonte (2018).

### 3.3.2 Hipsometria da Bacia e a Drenagem Urbana

A figura 3.7 mostra o mapa hipsométrico da Bacia do Ribeirão do Onça para que possa avaliar a planialtimetria e sua interferência no sistema de Drenagem.

**Figura 3.7** - Mapa Hipsométrico de Belo Horizonte (Região da Bacia do Onça).



Fonte – Reis (2011), Baseado em PRODABEL (2010)

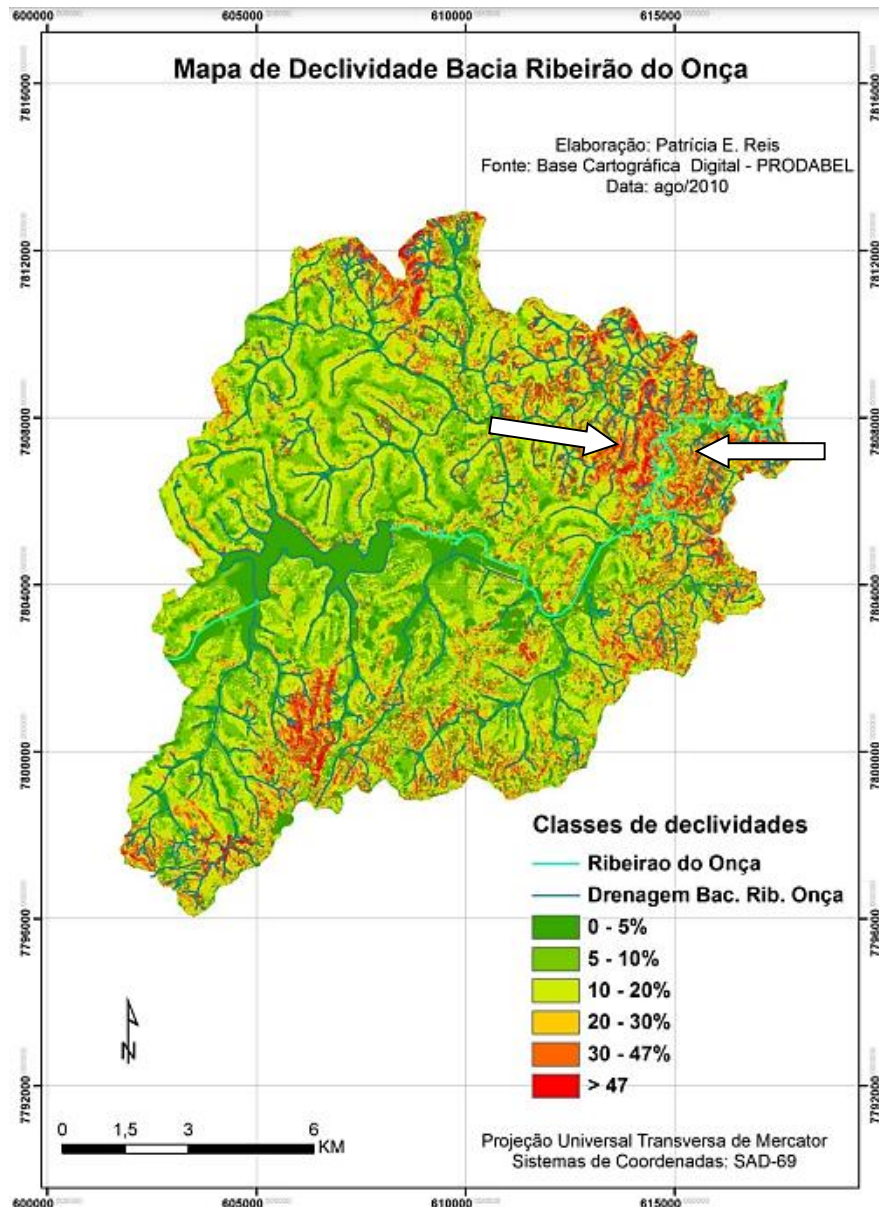
Avaliando a planialtimetria da bacia observa-se que ela varia entre 980m e 675m e que a região de recorte aferida neste trabalho se encontra cercada por fundos de vale, como já fora demonstrado anteriormente no tópico 3.2, variando entre 750m e 675m. Ou seja, entre o pico e vale considerando toda a bacia hidrográfica pode variar em até 305 metros de altitude ao longo de uma extensão de 221,38 km<sup>2</sup>, que é a região que encobre a bacia. Atrelando os conceitos de impermeabilidade, topografia e drenagem urbana à região já citada, pode afirmar que tal região tende a receber sobrecarga hídrica também por questões de altimetria.

Segundo Christofidis et al. (2019) a coleta e o afastamento imediato das águas pluviais desconsiderando o manejo adequado para a jusante causa elevação da vazão de pico nos cursos d'água e a diminuição do tempo de concentração do volume de água local. Isso agrava a situação hidrológica nas regiões alocadas em uma hipsometria menor, como os fundos de vale, e nos casos de chuvas mais intensas tende a gerar inundações e outros problemas intersetoriais.

### *3.3.3 Declividade da Bacia e a Drenagem Urbana*

A figura 3.8 expressa um mapa da declividade da Bacia do Ribeirão do Onça. Pois ela (declividade) é outro fator relevante. Vieira e Oliveira (2004) descrevem que a declividade interfere diretamente na velocidade das enxurradas. Definem que quanto maior for a declividade maior será a velocidade de escoamento da água e que esse fator interfere diretamente no potencial a inundações e enchentes (VIEIRA e OLIVEIRA, 2004).

**Figura 3.8 - Mapa de declividade bacia do ribeirão do Onça**



Fonte - Reis (2011), PRODABEL (2010)

A região destacada pelas setas apresenta índice de declividade elevado e se encontra aos entornos do córrego do Onça. Sendo assim, tal local apresenta-se como uma área suscetível a maiores problemas de ordem hidrológico-ambiental.

Além de ser uma área de declividade considerável, é também próxima aos fundos de vale. Ao longo da bacia os fundos de vale e os córregos funcionam como escoadouros naturais das águas de chuva o que favorece os eventos de inundações nessas áreas, que além de serem mais baixas, são cercadas por altas declividades. Como discutido anteriormente, isso contribui para uma

maior vazão de águas. Logo, como alternativa de controle, os sistemas de drenagem em sua instalação devem ser planejados de forma a favorecer o escoamento controlado durante o percurso, e não somente no local, de modo a assegurar o amortecimento de alagamentos naquelas regiões.

Segundo a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo - CETESB (1986), o escoamento das águas pluviais sempre ocorrerá independente de ter um sistema de escoamento apropriado ou não, e os altos níveis de declividade intensificam os problemas que podem ser causados nessas regiões. Na verdade, a própria topografia distribui o caminho da água no decorrer da bacia, logo, os prejuízos ou benefícios da instalação de um sistema adequado de drenagem serão refletidos sobre a população. Então, a assertiva é de que os sistemas de drenagem pluvial devem estar em pleno funcionamento para minimizar as possibilidades de desastres, e consequentemente minimizar os indícios de doenças de veiculação hídrica, inclusive a Leptospirose.

### **3.4 Deficiência na Drenagem e a Influência na Saúde Pública com Foco na Leptospirose**

No tópico 3.1 Já fora definido drenagem urbana de acordo com Tucci (2002). Pode-se ampliar o entendimento ao dizer que a drenagem tem alguns objetivos, e dentre eles estão o controle de erosões, proteção de prédios, logradouros e vias públicas, preservar fundos de vale e cursos d'água e eliminar a proliferação de vetores transmissores de doenças assim como supostas áreas insalubres, dentre outros, como dizem CHERNICHARO e COSTA (1996). Crê-se que um adequado sistema de drenagem urbana proporcionará uma série de benefícios às cidades como: escoamento rápido das águas superficiais com manejo adequado, reduzindo os problemas do trânsito e da mobilidade urbana por ocasião dos alagamentos, recuperação de áreas alagadas ou alagáveis, eliminação da presença de águas estagnadas e lamaçais proporcionando sensação de segurança e conforto para a população, redução no gasto com doenças de veiculação hídrica. Logo, a drenagem urbana bem estabelecida demonstra ter um papel relevante para a diminuição desses problemas e principalmente da veiculação de doenças hídricas e a Leptospirose. Por outro lado, quando a demanda de drenagem urbana é suprimida, afeta negativamente a saúde do cidadão e a boa manutenção ambiental na região (MENGUE et al., 2017).

A figura 3.9 é um recorte do Plano Municipal de Saneamento Básico de Belo Horizonte e demonstra indicativos referentes ao Índice de Drenagem (IDR) e ao Índice de Salubridade

Ambiental, indicando que há relação entre os dois fatores. Ou seja, se o IDR é baixo há potencial de ter um baixo ISA, como está destacado para a Avenida Estrela de Belém:

**Figura 3.9 - Relação do IDR com ISA com foco na Av. Estrela de Belém.**

Tabela 4.2 – Priorização de Bacias Elementares																	
LEGENDAS				LEGENDAS							LEGENDAS						
<b>Código</b>	- código da bacia elementar			<b>IAB</b>	- Índice de abastecimento de água						<b>NOTISA</b>	- nota para o ISA					
<b>Nome</b>	- nome da bacia elementar			<b>IES</b>	- Índice de esgotamento sanitário (indicadores de atendimento por coleta de esgotos - ICE e por interceptação de esgotos - IIE)						<b>NOTDENS</b>	- nota para a densidade demográfica					
<b>População</b>	- população total da bacia elementar			<b>IRS</b>	- Índice de resíduos sólidos (indicador de cobertura por coleta de resíduos domiciliares - ICL)						<b>NOTPOPVI</b>	- nota para a população residente em vilas e favelas					
<b>Densidade</b>	- densidade demográfica da bacia elementar			<b>IDR</b>	- Índice de drenagem urbana						<b>NOTIVS</b>	- nota para o Índice de Vulnerabilidade da Saúde					
<b>OBS:</b> DADOS DO CENSO IBGE-2010 com adaptações				<b>ISA</b>	- Índice de salubridade ambiental						<b>NOTPRIOR</b>	- nota de priorização (somatório final das notas)					
				<b>PRIORISA</b>	- ordem de prioridade segundo o ISA						<b>PRIORPMS</b>	- ordem de prioridade segundo o PMS 2016/2019					
DADOS DA BACIA				ÍNDICES E INDICADORES DO ISA							FORMADORES DA PRIORIZAÇÃO DO PMS						
Código	Nome	População (hab)	Densidade (hab/ha)	IAB	IES	ICE	IIE	ICL	IDR	ISA	PRIORISA	NOTISA	NOTDENS	NOTPOPVI	NOTIVS	NOTPRIOR	PRIORPMS
4113100	Córrego Olaria (Taquaril)	18.111	76,7	1,00	0,27	0,66	0,11	0,63	1,00	0,67	3	45,84	6,30	25,00	5,03	82,16	1
130002	Av. Estrela de Belém	23.370	98,7	1,00	0,88	0,90	0,87	0,94	0,24	0,64	1	50,00	8,11	8,37	3,42	69,90	2
4110018	Av. Andradas (Vera Cruz)	7.697	182,1	1,00	0,63	0,64	0,62	0,71	1,00	0,81	15	26,28	15,00	22,38	3,56	67,22	3
4112900	Córrego Freitas (Av. Sta. Tereza)	6.788	120,7	1,00	0,48	0,88	0,31	0,78	1,00	0,77	9	31,46	9,93	16,77	4,42	62,58	4
4131200	Pampulha	39.242	63,6	1,00	0,84	0,94	0,80	0,98	0,29	0,66	2	47,86	5,22	7,49	1,68	62,26	5
4130003	Av. Cândido M.A. de Oliveira	19.491	79,8	1,00	0,83	0,88	0,81	0,95	0,38	0,68	4	44,59	6,56	4,82	4,46	60,42	6

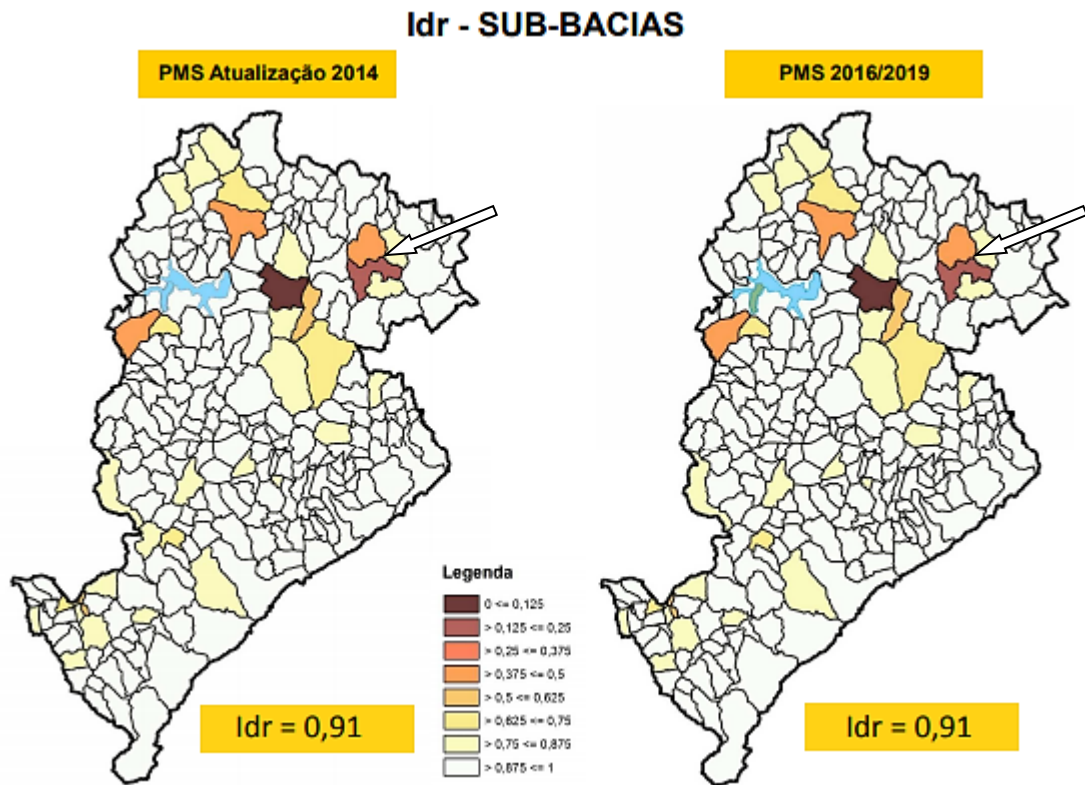
Fonte – Prefeitura de Belo Horizonte (2018).

A Av. Estrela de Belém, em destaque, é uma avenida do bairro Ouro Minas em uma região de risco a inundações. O próprio IDR: 0,24 aponta que há vulnerabilidade nessa área. Concomitantemente ao baixo IDR tal região possui Índice de Salubridade Ambiental de 0,64, demonstrando que há problemas a serem sanados no que tange à saúde pública.

A insuficiência dos serviços de drenagem urbana, a aglomeração humana em determinadas áreas e a habitação inadequada colaboram para o surgimento das chamadas Doenças Relacionadas ao Saneamento Ambiental Inadequado (DRSAI), que têm relação direta com o ambiente degradado (CIRINO, 2018; apud FONSECA; VASCONCELOS, 2011);

A figura 3.10 diz respeito ao Índice de Drenagem por Sub-Bacias para a cidade de Belo Horizonte.

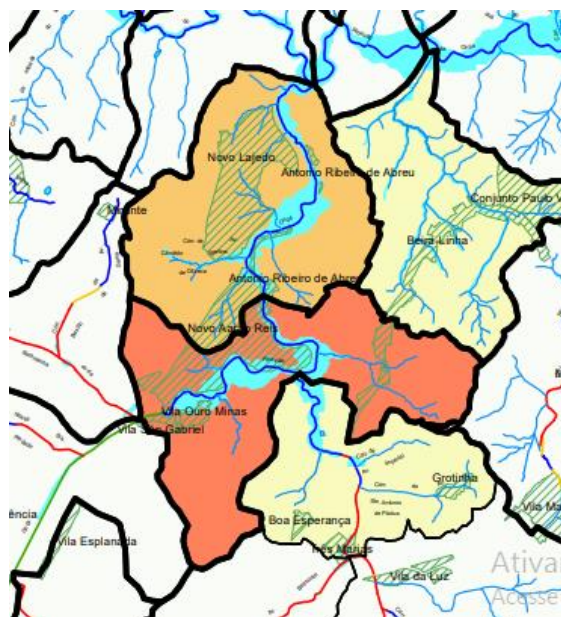
**Figura 3.10 - Índice de Drenagem por Sub-Bacias.**



Fonte - Plano Municipal de Saneamento de Belo Horizonte (2018).

A seta aponta para a região recortada e que será mostrada abaixo.

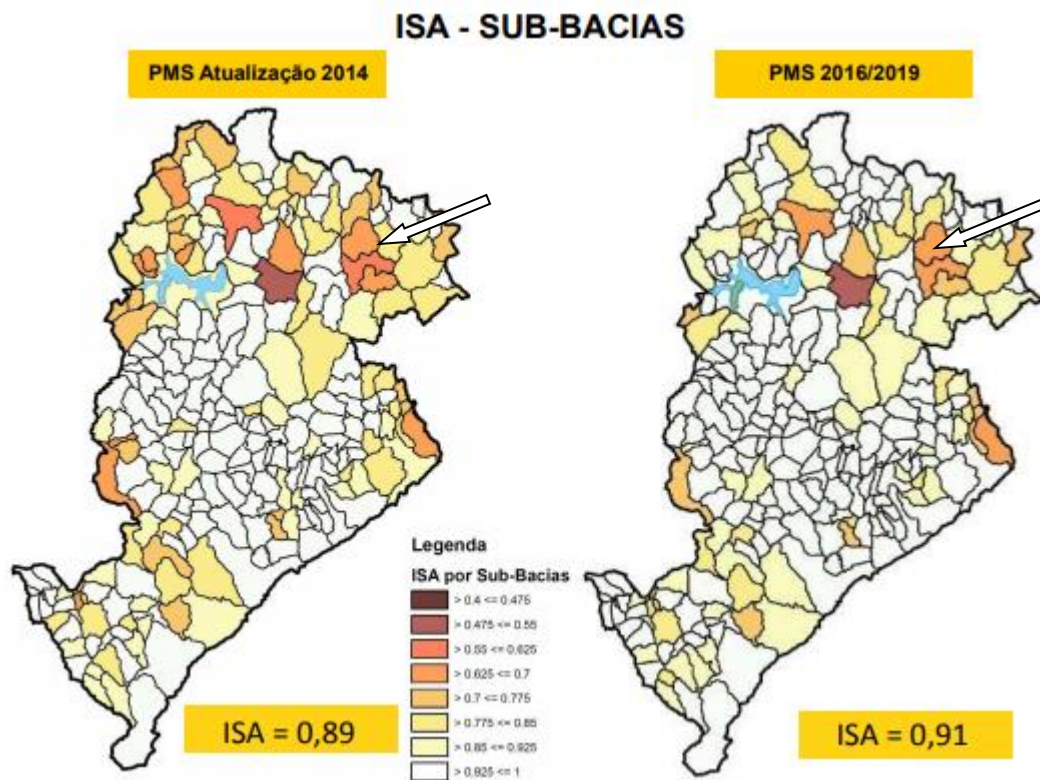
**Figura 3.11 - IDR - Índice De Drenagem, Por Sub-Bacia com foco na área recortada**



Fonte - Prefeitura de Belo Horizonte (2020).

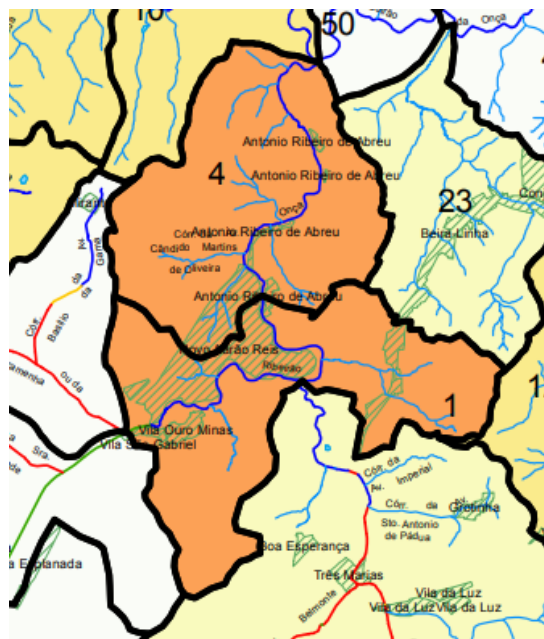


Figura 3.12 - Índice de Salubridade Ambiental por Sub-Bacias.



Fonte - Plano Municipal de Saneamento de Belo Horizonte (2018).

Figura 3.13 - ISA - Índice De Salubridade Ambiental, Por Sub-Bacia com foco na área recortada



Fonte - Prefeitura de Belo Horizonte (2020).

Observa-se a partir da análise das figuras 3.10, 3.11, 3.12 e 3.13, disponibilizados pela prefeitura, que as áreas Novo Aarão Reis, Ribeiro de Abreu, Vila Ouro Minas, e as regiões que englobam parte do córrego do Onça são áreas risco a inundações em BH, pois possuem  $IDR > 0,25$  e  $\leq 0,375$ . Todos esses fatores citados, e utilizando as áreas como exemplo, cooperam com as inundações e conseqüentemente com a transmissão da Leptospirose.

Após analisar as imagens com as respectivas áreas recorte referentes aos IDR e ao ISA, respectivamente, indica-se que a região onde o IDR está comprometido, mostrado na figura 3.10 e destacado na figura 3.11 mostrando também as manchas de inundação e IDR em 0,24, expressa um ISA também comprometido para a mesma área (mostrado na figura 3.13 com destaque na figura 3.14). A proposta deste trabalho é demonstrar que os altos índices de precipitação atrelados a falta de estruturação no que tange às redes de drenagem urbana e saúde pública interfere nos números de casos de Leptospirose, tendo em vista que é uma doença de veiculação hídrica que relaciona-se com os altos índices de precipitação atrelado a ineficiência do sistema de drenagem por estar diretamente ligada a alagamentos, o que possibilita a interação da urina do rato com o ser humano, facilitando a transmissão da doença. Essa relação é tratada por Cavalcante (2011) que diz, citando Braga e Carvalho (2003), que o precário sistema de drenagem urbana que é encontrado em áreas da cidade de Belo Horizonte repercute na piora das inundações e torna os eventos em uma catástrofe de saúde pública trazendo aos moradores afetados doenças típicas de águas poluídas como Cólera e Leptospirose (CAVALCANTE, 2011).

Fátima (2013), acerca da Leptospirose, em seu estudo sobre os impactos da drenagem urbana na saúde pública relaciona o aumento do número de inundações com o aumento de casos de leptospirose e até de mortes. A autora fez um estudo no hospital de referência do município de Salvador em épocas chuvosas e verificou que após duas semanas do evento chuvoso o número de casos de Leptospirose por semana representava 32% dos casos registrados. Ela ainda cita um trabalho semelhante desenvolvido por Sarker et al. (2000) que associa a estação chuvosa de uma determinada época a bairros com alto risco a leptospirose, agregando um percentual de 65% de assertividade comprovada em laboratório. Fátima (2013) ainda cita mais um trabalho de pesquisa que relaciona inundações em períodos de chuva com a leptospirose em que há assertividade.

Almeida (2014), reforça que certas doenças como a leptospirose estão vinculadas aos alagamentos urbanos, e que essas doenças são frequentes em áreas com infraestrutura precária, como por exemplo, a falta de um sistema eficiente de drenagem de água da chuva. Estes problemas na área de saúde poderiam ser reduzidos mediante uma reversão de investimento assertivo para a demanda de prevenção. Afinal, segundo Guimarães, Carvalho e Silva (2007): investe-se mais em medidas remediativas do que preventivas no que tange à relação saúde e saneamento. Heller (1998), baseado em uma simulação de dados demográficos de Lyon (França), entre 1816 e 1905, também prevê que as intervenções ambientais podem prevenir cerca de quatro vezes mais mortes e elevar a expectativa de vida sete vezes mais que as intervenções de natureza biomédica. Segundo ele “a hegemonia assistencial e curativa da área de saúde necessita ser substituída por uma lógica onde prevaleça a visão preventivista, com ênfase para a ação do ambiente” (HELLER, 1998; p. 84). Diz ainda que “a área de saneamento também carece de aproximação com a perspectiva de saúde pública, visualizando seus fins e não os meios para atingi-los e, assim, ampliando a eficácia de suas ações” (HELLER, 1998; p. 84).

Logo, deve-se levar em consideração quando da instalação de obras de drenagem urbana, que isto infere em aspectos ligados à prevenção da saúde, tendo em vista que a drenagem é um componente muito importante do saneamento. Aliás, com a falta desse sistema de drenagem adequado aumentam-se as inundações e conseqüentemente as doenças chamadas de veiculação hídrica, como a leptospirose.

### **3.5 Leptospirose**

A Leptospirose é uma doença infecciosa febril, cujo início é abrupto e a gravidade pode variar das formas inaparentes a graves. Os sintomas típicos de leptospirose são febre, congestão conjuntival, icterícia, dores nas panturrilhas, mialgia, cefaleia, vômito, prostração, diarreia, dentre outros, contudo em alguns casos a doença é clinicamente invisível, sendo diagnosticada por meio de exames laboratoriais (FIOCRUZ, 2018). Na forma grave da doença, a evolução para o coma ou morte podem ocorrer em aproximadamente 40% dos casos. Os primeiros sintomas da leptospirose surgem de dois a 30 dias após a contaminação, sendo que na maioria dos casos emergem entre o sétimo e o décimo quarto dia após o contato (BRASIL, 2021).

A doença, que é uma zoonose, é causada pela bactéria helicoidal do gênero *Leptospira* (FIOCRUZ, 2018). Sua transmissão para o homem ocorre através do contato direto da pele que

se encontra com micro feridas ou lesões com urina de animais infectados ou interação indireta com água ou lama contaminada (BRASIL, 2014). Os seres humanos são apenas hospedeiros acidentais e terminais dentro da cadeia de transmissão. Outras modalidades de transmissão relatadas são ingestão de água ou alimentos contaminados, contato com sangue, tecidos e órgãos de animais contaminados ou transmissão acidental em laboratórios” (FIOCRUZ, 2018).

A doença é endêmica em território nacional se tornando epidêmica em períodos chuvosos de maior prevalência em territórios urbanos, e grandemente associada a pobreza (BRASIL, 2021). A transmissibilidade é associada a animais sinantrópicos, domésticos e selvagens, em áreas urbanas predominantemente por roedores como o *Ratus norvegicus* (o rato de esgoto) *raus raus* (Rato preto) e *Mus musculus* (Camundongo ou Cata) (BRASIL, 2021). As condições precárias de saneamento básico com os locais de depósito de resíduos mal organizados, esgoto aberto sem tratamento e o alto índice de roedores infectados em uma determinada área propiciam a disseminação da doença (FONTES et al. 2015).

Os casos de leptospirose foram atualizados para os últimos dez anos, contando a partir do ano de 2010 até o ano de 2020. Sendo que foram confirmados 39.270 no país. Desse total, aproximadamente 8,71% foram óbitos, formando uma média de 321 óbitos por ano e uma incidência de 2,1 casos a cada 100.000 habitantes (BRASIL, 2021).

Os casos confirmados de leptospirose são subnotificados. Segundo Fontes et al. (2015) “eles podem ser de 26 a 49 vezes superior ao que é reportado no sistema de saúde, que muitas vezes é notificado erroneamente como outros agravos ou simplesmente negligenciado” (FONTES et al., 2015). Martins e Spink (2020) reforçam o argumento.

Segundo o banco de dados do SINAN -Sistema de Informações de Agravos de Notificação-, em Minas Gerais foram confirmados 992 casos da doença no período de 2015 a 2020. Desses, 105 evoluíram para óbito, gerando uma média de 17,5 óbitos por ano, com letalidade média de 10,28% ao ano, caracterizando, dessa forma, uma letalidade média estadual superior à média nacional (MINAS GERAIS, 2021). O estado de Minas Gerais tenta frear novos casos de Leptospirose tratando os pontos de vulnerabilidade sanitária e com ações de manejo (BRASIL, 2021).

A Leptospirose é classificada em um grupo de doenças que afetam a economia, está listada como uma enfermidade da Lista Nacional de Notificação Compulsória de doenças (BRASIL

2020). Souza et al. (2011) identificaram, que em 2007, R\$22.931.116,00 foram perdidos em salários no Brasil em decorrência da leptospirose. Além do mais os autores identificaram que em 2007 foram perdidos 6.490 Anos Potenciais de Vida (AVP) e 4.617 Anos de Trabalho. Houve também um gasto hospitalar, entre os anos de 2000 - 2015, contabilizado em R\$30.341.984,22 (SOUZA et al., 2011) e (MARTINS; SPINK, 2020).

Também há um destaque para a reincidência de casos registrados de Leptospirose, é o que registra o DATASUS - Departamento de Informática do SUS -. Nesse quesito a gestão urbana de águas afeta diretamente e é objeto de notificação compulsória no país, segundo a Portaria Federal n.º 104/GM/MS, de 25 de janeiro de 2011 (BRASIL, 2011).

## 4. METODOLOGIA

O presente trabalho trata-se de um estudo transversal analítico cuja coleta de dados ocorreu no ano de 2021 e 2022.

### 4.1 População e Amostra

A população do estudo foi composta pelos indivíduos que adquiriram a doença Leptospirose no município de Belo Horizonte no período de 2007 a 2019. A amostra é constituída pelas pessoas que foram notificadas através do sistema de notificação compulsória cujos dados são disponibilizados pelo Ministério da Saúde por meio do DATASUS com utilização da plataforma TABNET.

O desfecho de interesse do trabalho é prevalência da doença leptospirose. A exposição de interesse são os períodos chuvosos. A pesquisa desenvolveu-se buscando as variáveis dentro do tema especificamente abordado para posterior efeito de relação. Nesse sentido as variáveis e os indicadores utilizados foram as precipitações diárias, mensais e anuais obtidas por meio do INMET e a prevalência da doença no município, verificada pelos dados de notificação compulsória do ministério da saúde.

### 4.2 Coleta de Dados

A coleta de dados de ocorrência da Leptospirose se deu utilizando dados secundários que foram obtidos no portal do Ministério da Saúde, no Sistema DATASUS/TABNET (Figura 4.1). Já dados de precipitação (chuva) foram obtidos consultando o banco de dados digital no portal do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) (Figura 4.2).

**Figura 4.1** –Casos confirmados por Ano Notificação segundo Mês Notificação obtidos no Sistema DATASUS/TABNET.

Casos confirmados por Ano Notificação segundo Mês Notificação  
Div.adm.estadual de notific: 3101 SRS Belo Horizonte  
Período: 2007-2019

Mês Notificação	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	Total
TOTAL	25	33	35	37	45	45	41	25	33	25	35	45	49	473
Janeiro	9	7	19	13	9	15	3	5	6	3	6	6	9	110
Fevereiro	7	7	3	1	3	6	9	4	8	6	4	8	9	75
Marco	2	6	2	4	16	3	1	2	5	-	4	4	3	52
Abril	2	-	2	1	4	2	7	1	3	2	4	2	5	35
Maió	1	3	-	2	1	4	-	3	1	1	4	4	5	29
Junho	-	2	4	1	-	5	5	1	-	1	3	4	1	27
Julho	-	1	1	4	1	2	2	1	1	-	-	1	2	16
Agosto	-	-	1	1	-	-	4	-	4	2	1	3	5	21
Setembro	1	1	-	1	1	1	-	2	-	4	1	1	1	14
Outubro	-	2	-	-	1	-	5	-	1	3	3	1	2	18
Novembro	3	-	1	4	6	3	-	3	1	1	1	4	4	31
Dezembro	-	4	2	5	3	4	5	3	3	2	4	7	3	45

Fonte: Ministério da Saúde/SVS - Sistema de Informação de Agravos de Notificação - Sinan Net

Fonte - Ministério da Saúde (2021)

**Figura 4.2** – Coleta de dados de precipitação (chuva) no portal do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).

ABRIR / FECHAR		INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA									
Estação: <b>BELO HORIZONTE (83587)</b>											
<a href="#">Download CSV</a>											
Data	Hora	Temperatura	Umidade	Pressão	Vento		Nebulosidade	Insolação	Dados Diários		
		(°C)	(%)	(hPa)	Vel. (m/s)	Dir. (°)	(Décimos)	(h)	Temperatura Máx. (°C)	Temperatura Min. (°C)	chuva (mm)
01/01/2019	0000	22,2	84,0	911,9	0,5	360,0	8,0	4,70	27,8		
01/01/2019	1200	19,7	95,0	914,9	0,0	0,0	10,0			18,4	59,1
01/01/2019	1800	23,1	82,0	913,6	1,6	50,0	9,0				
02/01/2019	0000	22,3	84,0	913,8	0,0	0,0	3,0	7,70	30,1		
02/01/2019	1200	26,5	58,0	916,1	0,7	90,0	5,0			19,3	2,6
02/01/2019	1800	27,9	53,0	912,8	0,5	360,0	8,0				
03/01/2019	0000	24,2	71,0	914,1	0,0	0,0	4,0	1,90	30,8		

Fonte – INMET (2021).

Destaca-se que se optou por avaliar treze anos de ocorrência da doença devido a subnotificação elevada da leptospirose e para maior fidedignidade dos dados. Além disso, era a margem de dados que a plataforma pública disponibilizada. Foram excluídos os anos de 2020 e 2021 por acreditar que a pandemia do COVID 19 elevou ainda mais os índices de subnotificação da doença, o que prejudicaria o estudo, e, porque a plataforma não disponibilizou até a presente data o quantitativo.

A escolha da cidade de Belo Horizonte foi por conveniência, tendo em vista que é a cidade local da pesquisa.

Foi traçado no programa Excel (Figura 5.2) gráficos para avaliação da associação entre a prevalência de leptospirose nos períodos de cheia em comparação aos períodos de seca no município de Belo Horizonte, a fim de verificar o impacto das cheias na ocorrência da doença.

Foi realizado também um comparativo da prevalência de leptospirose do município de Belo Horizonte em relação à nação brasileira.

A avaliação criteriosa dos índices da drenagem urbana para a cidade de Belo Horizonte, atrelado ao aumento do índice de leptospirose não foi feita, afinal, como afirma o Instituto Água e Saneamento – IAS (2020), baseado em informações do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS:

Diferentemente dos outros componentes do saneamento, o conceito de atendimento ou déficit com relação aos serviços de drenagem urbana ainda não é algo consolidado. Ao analisar a infraestrutura, o diagnóstico SNIS-AP 2019 aponta: “Além da impossibilidade de análise com base em indicadores de cobertura ou de atendimento per capita, outro importante fator que dificulta a avaliação do componente é a forma de organização da cobertura e da infraestrutura física dos sistemas de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais Urbanas (DMAPU), que estão intrinsecamente relacionadas ao regime de chuvas de cada região e às bacias hidrográficas. Assim, num Diagnóstico global, de abrangência nacional, que avalia os serviços ao nível municipal e, ainda, por se tratar da terceira avaliação deste tipo no Brasil, a estimativa da adequação da infraestrutura de DMAPU à demanda pode, ainda, levar a conclusões incompletas.” Assim, o nível de atendimento ou déficit com relação a manejo de águas pluviais depende mais das condições de uso e ocupação do solo, diante do regime de chuvas local, do que com a presença ou não de sistemas convencionais de drenagem urbana. Da mesma forma que a presença de vias pavimentadas, bocas de lobo e galerias podem contribuir para problemas de inundação, a ausência destes sistemas não significa que há problemas com inundação, erosão ou poluição de corpos hídricos (IAS, 2020; p.2).

Outros bancos de dados utilizados a fim de consulta, comparação e elaboração de gráficos são os bancos do DATASUS e o Power BI.

### **4.3 Área de Estudo**

Utilizou-se como área de estudo o município de Belo Horizonte. Esta se deu por ser uma cidade, que, em seu processo de crescimento (nos primórdios, como citado na seção 3.2), atropelou o planejamento urbano gerando os problemas discutidos, por apresentar uma característica climática marcada, e por ser uma cidade de grande porte que lida anualmente com os problemas ligados a inundações.

Minas Gerais tem uma área de 586.528,00 km<sup>2</sup>, dos quais cerca de 331,354 km<sup>2</sup> correspondem à cidade de Belo Horizonte. O município tem população total de 2.375.151 conforme IBGE (2010), e população total de 2.530.701, conforme estimativa do IBGE para 2021 (afinal, o Censo de 2020 ainda não foi feito por causa da pandemia do covid-19), e densidade populacional de 7.167,00 hab/km<sup>2</sup> segundo dados do IBGE do ano de 2010.

### **4.4 Procedimentos da Revisão Bibliográfica**

O levantamento de dados foi feito nas bases de pesquisa Scielo (Scientific Eletronic Library Online); Periódico Capes; Google Acadêmico e outras plataformas de acesso a acervos referentes ao tema a partir dos descritores referentes a Inundação, drenagem, saúde, saneamento básico, leptospirose e similares.



Averiguou-se os pontos de possível alagamento na região nordeste, com ênfase nos bairros Ouro Minas e Novo Aarão Reis com a finalidade de demonstração visual. Para isso utilizou-se das cartas de inundação disponibilizadas pelo portal da prefeitura de Belo Horizonte. Elas se configuram como um instrumento de diálogo com a cidade, com o fim de mostrar a ocorrência de situações de risco provocadas por enchentes e inundações, e, dessa forma, prevendo os locais de suscetibilidade, para que busque ações concretas de reformulação nas áreas que forem identificadas como de risco.

Também foi avaliado o IDR – Índice de Drenagem Urbana por sub-bacia. Este, por sua vez, é obtido por meio da razão entre a Pmi (População da área considerada, inserida nas manchas de inundação) e a Pt (População total da área considerada).

Utilizou-se dos dados já existentes nos anais de pesquisa e órgãos legais como o Tabnet do DATASUS, o SINAN (Sistemas de informações sobre agravos de notificações) e INMET.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados de ocorrência de casos de leptospirose ano a ano foram apresentados na tabela 5.1 e foram utilizados em planilhas e gráficos para discussão.

**Tabela 5.1** - Quantidade de ocorrências de Leptospirose por ano em Belo Horizonte, 2007 a 2019.

<b>Ano</b>	<b>Nº de casos de Leptospirose</b>
2007	25
2008	33
2009	35
2010	37
2011	45
2012	45
2013	41
2014	25
2015	33
2016	25
2017	35
2018	45
2019	49
<b>Total</b>	<b>473</b>

Fonte: Autor (2022)

No presente estudo a prevalência encontrada de leptospirose para o município de Belo Horizonte foi de 1,53 a cada 100 mil habitantes considerando a população do Censo do IBGE de 2010 e a média de casos da doença entre os anos de 2007 e 2019, sendo que o total de casos encontrados foi de 473 (Tabela 5.1).

O município de Belo Horizonte apresentou prevalência de leptospirose inferior à do país, que apresentam os quantitativos de 1,9 a cada 100 mil habitantes para um período próximo de análise, referente aos anos de 2007 a 2017, segundo Marteli et al. (2020). Se considerasse somente os anos de 2007 a 2017 para fazer uma comparação fidedigna, a prevalência em Belo Horizonte seria menor ainda, representando o valor de 1,45 a cada 100 mil habitantes, considerando o sendo do IBGE de 2010.

A obtenção desses dados é de domínio público e foi obtida do ministério de saúde por meio do DATASUS com utilização da plataforma TABNET. Os dados foram registrados mês a mês e os valores encontrados referem-se ao compêndio dos 12 meses dispostos ao longo dos anos. A disposição mensal está conjunta conforme tabela 5.2. Ela, que também considera os dados de precipitação mês a mês por ano, foi utilizada no formato de planilha com o fim de registrar o compêndio mensal dos dados de precipitação diária dos anos de 2007 a 2019. Estes dados foram compilados em uma planilha comum (que tem os dados diários de precipitação de todos os anos compilados lado a lado) do Excel (conforme está mostrado nas figuras 5.1 e 5.2 do apêndice) para melhor organização e visualização dos dias de maiores precipitações ao longo do período considerado.

**Tabela 5.2 – Compilado de Dados de Precipitação e Leptospirose.**

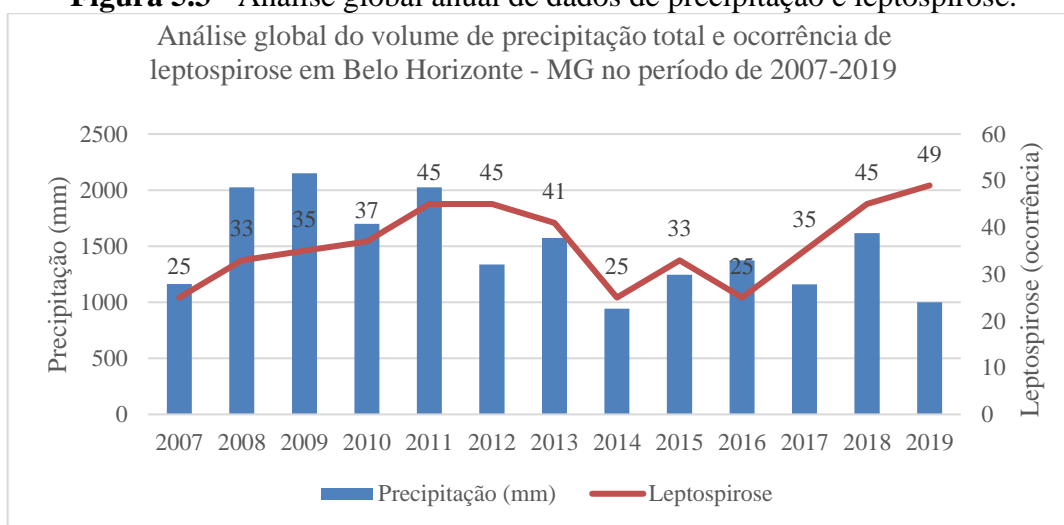
Total	2007	Jan.	Fev.	Março	Abril	Mai	Jun.	Jul.	Agosto	Set.	Out.	Nov.	Dez.
1163,2	Precipitação (mm)	350,9	171,3	79,8	98	7	0	5,9	0	1,7	104	132,4	212,2
25	Leptospirose (ocorrência)	9	7	2	2	1	0	0	0	1	0	3	0
Total	2008	Jan.	Fev.	Março	Abril	Mai	Jun.	Jul.	Agosto	Set.	Out.	Nov.	Dez.
2024,2	Precipitação (mm)	305,5	208,6	346,5	144	0	2,1	0	47,1	99,7	53,2	216,2	601,3
33	Leptospirose (ocorrência)	7	7	6	0	3	2	1	0	1	2	0	4
Total	2009	Jan.	Fev.	Março	Abril	Mai	Jun.	Jul.	Agosto	Set.	Out.	Nov.	Dez.
2151,3	Precipitação (mm)	313,4	215,8	273,2	41,6	20,4	38,6	0	23,1	103,1	344,3	213,7	564,1
35	Leptospirose (ocorrência)	19	3	2	2	0	4	1	1	0	0	1	2
Total	2010	Jan.	Fev.	Março	Abril	Mai	Jun.	Jul.	Agosto	Set.	Out.	Nov.	Dez.
1699,7	Precipitação (mm)	291,5	71	247,9	85,1	26,8	0	0	0	71	216,6	396,6	293,2
37	Leptospirose (ocorrência)	13	1	4	1	2	1	4	1	1	0	4	5
Total	2011	Jan.	Fev.	Março	Abril	Mai	Jun.	Jul.	Agosto	Set.	Out.	Nov.	Dez.
2024,8	Precipitação (mm)	317,9	66,6	334,5	98,7	5	14,6	0	0	0	178,8	288,7	720
45	Leptospirose (ocorrência)	9	3	16	4	1	0	1	0	1	1	6	3
Total	2012	Jan.	Fev.	Março	Abril	Mai	Jun.	Jul.	Agosto	Set.	Out.	Nov.	Dez.
1335,5	Precipitação (mm)	407,5	34,3	196,4	111,3	61,1	17	0	0	22,8	32,1	310	143
45	Leptospirose (ocorrência)	15	6	3	2	4	5	2	0	1	0	3	4
Total	2013	Jan.	Fev.	Março	Abril	Mai	Jun.	Jul.	Agosto	Set.	Out.	Nov.	Dez.
1573	Precipitação (mm)	426,8	75,4	127,9	99,4	46,7	23,1	0	0	32,8	137,7	108,2	495
41	Leptospirose (ocorrência)	3	9	1	7	0	5	2	4	0	5	0	5
Total	2014	Jan.	Fev.	Março	Abril	Mai	Jun.	Jul.	Agosto	Set.	Out.	Nov.	Dez.
944,1	Precipitação (mm)	103,9	22,9	73,7	235,8	18,5	13,1	48,1	3,3	1,8	69,4	215,5	138,1
25	Leptospirose (ocorrência)	5	4	2	1	3	1	1	0	2	0	3	3
Total	2015	Jan.	Fev.	Março	Abril	Mai	Jun.	Jul.	Agosto	Set.	Out.	Nov.	Dez.
1245,2	Precipitação (mm)	103,8	263,8	237,2	78,7	96,7	5	12,4	0	43,5	67,5	184,3	152,3
33	Leptospirose (ocorrência)	6	8	5	3	1	0	1	4	0	1	1	3
Total	2016	Jan.	Fev.	Março	Abril	Mai	Jun.	Jul.	Agosto	Set.	Out.	Nov.	Dez.
1372,9	Precipitação (mm)	328,9	175,7	113,1	26,2	0	75,3	0	0	65,4	70,7	273	244,6
25	Leptospirose (ocorrência)	3	6	0	2	1	1	0	2	4	3	1	2
Total	2017	Jan.	Fev.	Março	Abril	Mai	Jun.	Jul.	Agosto	Set.	Out.	Nov.	Dez.
1158,7	Precipitação (mm)	107	142,6	106,5	51,6	20,8	19,8	0	0	46,6	148,2	185,6	330
35	Leptospirose (ocorrência)	6	4	4	4	4	3	0	1	1	3	1	4
Total	2018	Jan.	Fev.	Março	Abril	Mai	Jun.	Jul.	Agosto	Set.	Out.	Nov.	Dez.
1617,9	Precipitação (mm)	166,5	213,1	391,3	13,4	19	0	0	39,7	44,4	187,1	260,6	282,8
45	Leptospirose (ocorrência)	6	8	4	2	4	4	1	3	1	1	4	7
Total	2019	Jan.	Fev.	Março	Abril	Mai	Jun.	Jul.	Agosto	Set.	Out.	Nov.	Dez.
998,6	Precipitação (mm)	88,6	223	135,9	84,5	43,2	12,1	0	0	21,1	71,1	189,8	129,3
49	Leptospirose (ocorrência)	9	9	3	5	5	1	2	5	1	2	4	3

Fonte – Autor (2022).

A tabela 5.2 nos confere informações agrupadas, em que os dados que ali estão foram obtidos de órgãos oficiais do Ministério da Saúde e do Instituto Nacional de Meteorologia. Por meio dos dados incorporados nela foram construídos gráficos, e tabelas para resposta dos objetivos propostos neste trabalho.

A Figura 5.3 contém a apresentação do gráfico projetado com a combinação de dados anuais entre precipitação (mm) e ocorrência de leptospirose no município de Belo Horizonte para os treze anos em discussão.

**Figura 5.3** - Análise global anual de dados de precipitação e leptospirose.



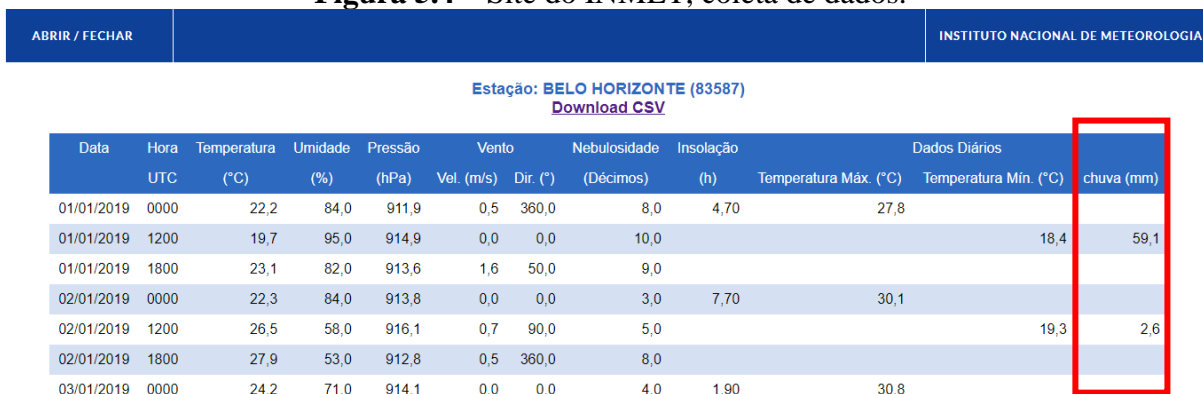
Fonte – Autor (2022).

A observação visual do gráfico da Figura 5.3 acima que aborda unicamente o quantitativo anual não nos dá informações extremamente precisas de correlação entre aumento de casos de leptospirose atrelado ao aumento de precipitações. Pode ser observado que em alguns anos a relação de crescente/decrescente entre os termos avaliados existe, e em outros não. Isso ocorre, pois, a observação quantitativa de todo o ano desconsidera alguns aspectos relevantes. Um deles é que as inundações se dão em eventos específicos, ou seja, que os dados de precipitação acumulada se concentram em um determinado período do ano. Sendo assim, desconsidera a sazonalidade chuvosa, que é um aspecto muito importante de se avaliar, tendo em vista que, como dito no tópico 1 do referencial bibliográfico deste texto, aproximadamente 13% das chuvas ocorrem em 50% dos meses do ano (abril a setembro), enquanto os outros 87% de precipitações se acumulam nos 50% dos meses restantes (outubro a março). É nesse período chuvoso acumulado que há maior potencial para inundações. Deve ser avaliado também que o potencial de permeabilidade e infiltração da água no solo nesse período torna-se gradativamente

(com o acúmulo das chuvas em dias sequenciais) menos efetivo, o que corrobora com as inundações. Isso ocorre, pois a chuva preenche gradativamente o solo, por causa da sequência acumulada de dias de chuva, o que aumenta a camada cheia de água do solo subterrâneo, e conseqüentemente a água que deveria infiltrar sobrecarrega a superfície. Além disso, ainda que nos dê informações iniciais positivas e indicativas da relação entre leptospirose e precipitações, acredita-se que é necessária uma abordagem mês a mês por ano. Sendo assim, a observação deve ser sobre um tipo de análise mais específica e destrinchada para que seja mais efetiva. Neste trabalho foi feito o levantamento de gráficos mês a mês, que está apresentada no apêndice deste trabalho.

Vale ressaltar que os dados de precipitação foram obtidos do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET, por meio da tabela de dados da estação convencional de Belo Horizonte (código 83587) conforme recorte registrado nas figuras 5.4 e 5.5 (INMET, 2021). Os dados foram compilados e estão apresentados na Tabela 5.2 em conjunto aos de ocorrência da doença.

**Figura 5.4** – Site do INMET, coleta de dados.



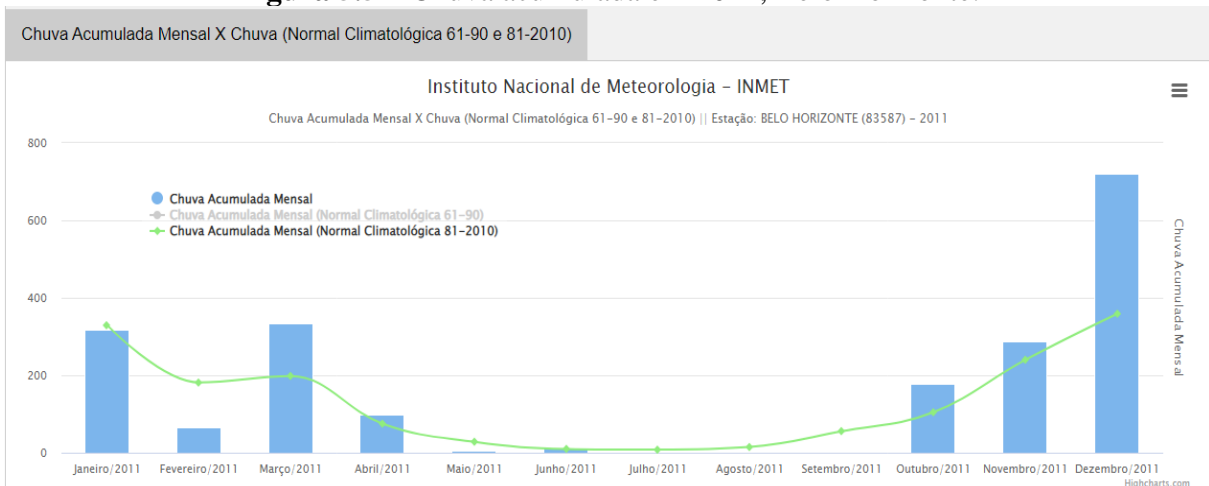
ABRIR / FECHAR INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA

Estação: **BELO HORIZONTE (83587)**  
[Download CSV](#)

Data	Hora UTC	Temperatura (°C)	Umidade (%)	Pressão (hPa)	Vento		Nebulosidade (Décimos)	Insolação (h)	Dados Diários		chuva (mm)
					Vel. (m/s)	Dir. (°)			Temperatura Máx. (°C)	Temperatura Min. (°C)	
01/01/2019	0000	22,2	84,0	911,9	0,5	360,0	8,0	4,70	27,8		
01/01/2019	1200	19,7	95,0	914,9	0,0	0,0	10,0			18,4	59,1
01/01/2019	1800	23,1	82,0	913,6	1,6	50,0	9,0				
02/01/2019	0000	22,3	84,0	913,8	0,0	0,0	3,0	7,70	30,1		
02/01/2019	1200	26,5	58,0	916,1	0,7	90,0	5,0			19,3	2,6
02/01/2019	1800	27,9	53,0	912,8	0,5	360,0	8,0				
03/01/2019	0000	24,2	71,0	914,1	0,0	0,0	4,0	1,90	30,8		

Fonte – INMET (2021).

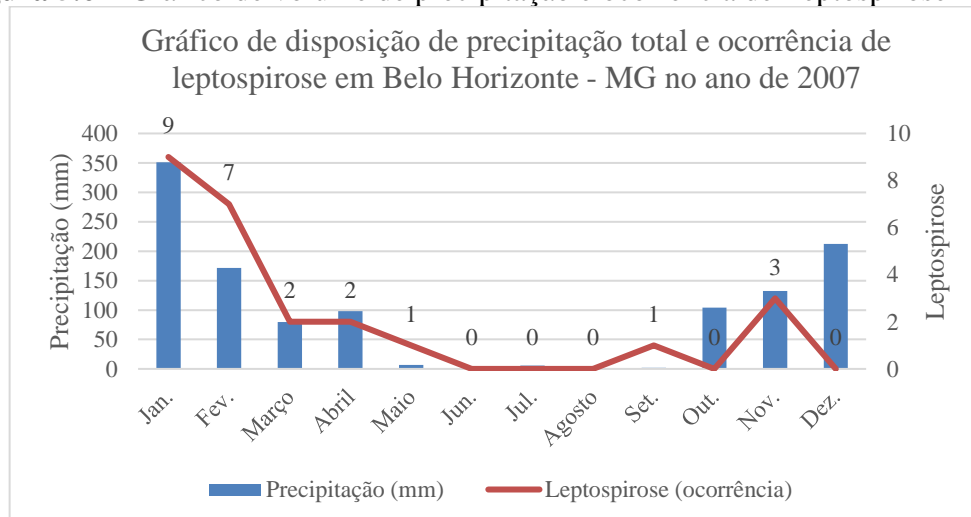
A Figura 5.4 mostra a plataforma do INMET de onde foi retirado os dados de precipitação em milímetros antes de serem alocados na planilha geral. A Figura 5.5 expressa a quantidade de chuvas mensais acumuladas no decorrer do ano de 2011, e também, expressa as chuvas acumuladas mensais referente à Normal Climatológica do Ano de 1981-2010 (INMET, 2021).

**Figura 5.5 – Chuva acumulada em 2011, Belo Horizonte.**

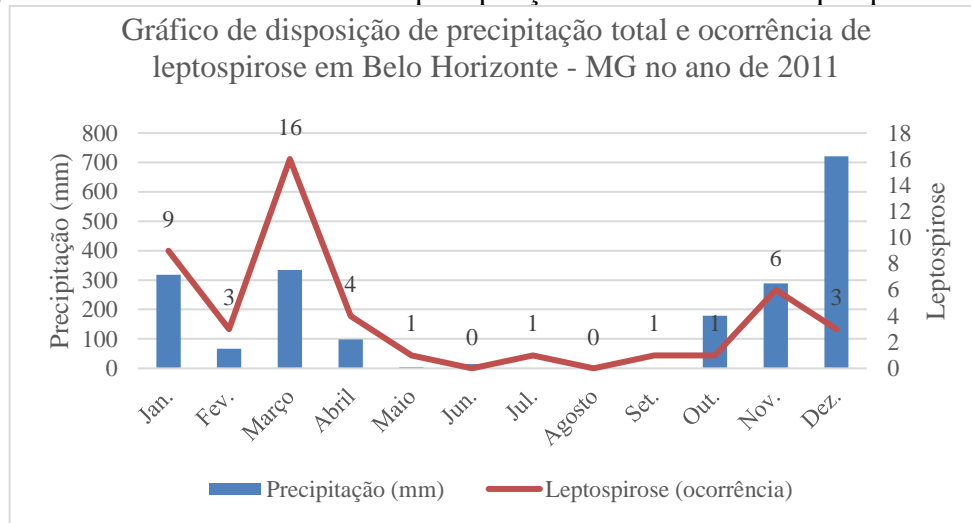
Fonte – INMET (2021)

Observa-se que no mês de dezembro de 2011 houve 720mm de chuva, enquanto nos meses de maio a setembro o valor foi próximo a zero. Isso reforça a ideia da possibilidade de maiores inundações no período sazonal chuvoso e por consequência maior prevalência de leptospirose neste mesmo período.

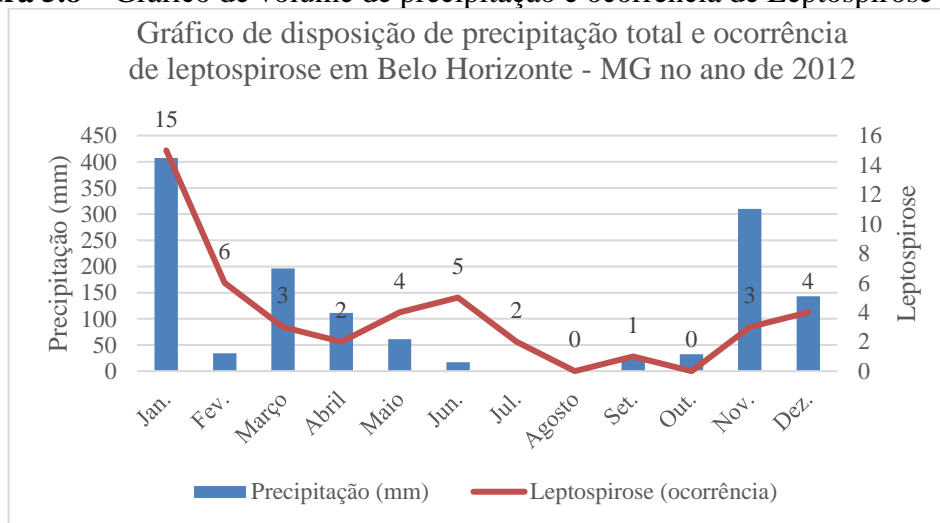
Neste momento expressaremos a informação a partir da exposição dos gráficos referentes a três anos, dispostos nas figuras 5.6, 5.7 e 5.8, que foram escolhidos com o fim de amostragem e por conveniência. Estão expressos a seguir com o objetivo de corroborar a ideia deste trabalho de que o período chuvoso em Belo Horizonte, por concentrar maiores volumes de precipitação, consequentemente aumentam as ocorrências de inundações, o que aumenta a transmissão da leptospirose, por ser uma doença de veiculação hídrica.

**Figura 5.6 – Gráfico de volume de precipitação e ocorrência de Leptospiróse - 2007**

Fonte – Autor (2022).

**Figura 5.7** – Gráfico de volume de precipitação e ocorrência de Leptospirose - 2011

Fonte – Autor (2022).

**Figura 5.8** – Gráfico de volume de precipitação e ocorrência de Leptospirose - 2012

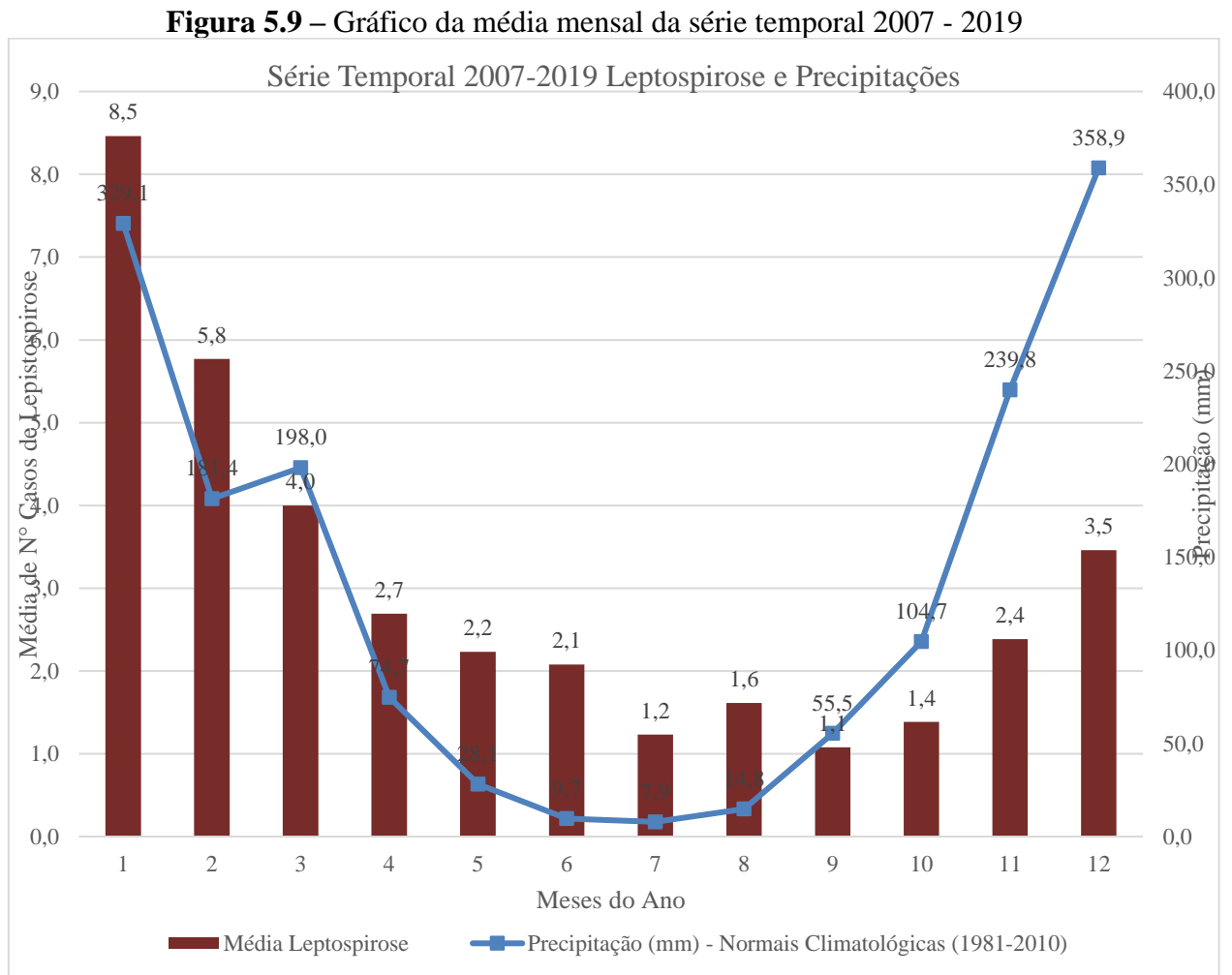
Fonte – Autor (2022).

Observa-se, que os meses de outubro a março, apresentam os maiores índices de precipitação. Embora perceba-se na figura 5.8 uma leve disparidade que o mês de junho apresentou um valor de ocorrência de cinco casos, apresentando-se maior ocorrência do que os meses de outubro, novembro e dezembro. Contudo, de forma geral, destaca-se que nos meses de cheia as taxas de ocorrência da doença leptospirose foram mais elevadas quando comparadas aos meses do período de seca. Essa relação entre aumento de prevalência de Leptospirose atrelada a concentração do período chuvoso é confirmada por Guimarães et al. (2014), quando dizem que ao analisarem a distribuição de casos mês a mês observaram um padrão de sazonalidade da



leptospirose, com concentração maior no verão, que é o período em que há também um aumento na precipitação de chuvas.

Na Figura 5.9, pode-se observar a relação da ocorrência da Leptospirose considerando a sazonalidade chuvosa.



Fonte – Autor (2022).

A figura 5.9 expressa o comportamento da doença em função da ocorrência de precipitações mês a mês ao longo dos treze anos em análise. Ela foi feita considerando a média de casos por mês (número de ocorrências) em comparação com a média da altura de precipitação (mm), obtida pela normal climatológica de 1981-2010 (INMET, 2021). A média aritmética de ocorrência de leptospirose está apresentada na tabela 5.3.

**Tabela 5.3** – Compilado de Dados de Precipitação e Leptospirose.

Descrição/Meses	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Soma
NC (1981-2010)	329,1	181,4	198,0	74,7	28,1	9,7	7,9	14,8	55,5	104,7	239,8	358,9	1602,6
Lep (2007)	9,0	7,0	2,0	2,0	1,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	3,0	0,0	25,0
Lep (2008)	7,0	7,0	6,0	0,0	3,0	2,0	1,0	0,0	1,0	2,0	0,0	4,0	33,0
Lep (2009)	19,0	3,0	2,0	2,0	0,0	4,0	1,0	1,0	0,0	0,0	1,0	2,0	35,0
Lep (2010)	13,0	1,0	4,0	1,0	2,0	1,0	4,0	1,0	1,0	0,0	4,0	5,0	37,0
Lep (2011)	9,0	3,0	16,0	4,0	1,0	0,0	1,0	0,0	1,0	1,0	6,0	3,0	45,0
Lep (2012)	15,0	6,0	3,0	2,0	4,0	5,0	2,0	0,0	1,0	0,0	3,0	4,0	45,0
Lep (2013)	3,0	9,0	1,0	7,0	0,0	5,0	2,0	4,0	0,0	5,0	0,0	5,0	41,0
Lep (2014)	5,0	4,0	2,0	1,0	3,0	1,0	1,0	0,0	2,0	0,0	3,0	3,0	25,0
Lep (2015)	6,0	8,0	5,0	3,0	1,0	0,0	1,0	4,0	0,0	1,0	1,0	3,0	33,0
Lep (2016)	3,0	6,0	0,0	2,0	1,0	1,0	0,0	2,0	4,0	3,0	1,0	2,0	25,0
Lep (2017)	6,0	4,0	4,0	4,0	4,0	3,0	0,0	1,0	1,0	3,0	1,0	4,0	35,0
Lep (2018)	6,0	8,0	4,0	2,0	4,0	4,0	1,0	3,0	1,0	1,0	4,0	7,0	45,0
Lep (2019)	9,0	9,0	3,0	5,0	5,0	1,0	2,0	5,0	1,0	2,0	4,0	3,0	49,0
<b>Lep (Média)</b>	<b>8,5</b>	<b>5,8</b>	<b>4,0</b>	<b>2,7</b>	<b>2,2</b>	<b>2,1</b>	<b>1,2</b>	<b>1,6</b>	<b>1,1</b>	<b>1,4</b>	<b>2,4</b>	<b>3,5</b>	<b>36,4</b>

**Nota:** NC (1981-2010) – Normal Climatológica de Chuva Acumulada (1981-2021); Lep (n): número de ocorrências de Leptospirose nos respectivos anos; Lep (Média): média de ocorrências de Leptospirose.

Fonte – Autor (2022).

Analisando a Tabela 5.3, observa-se que a média de casos notificados por ano de Leptospirose, considerando o período compreendido entre os anos de 2007 e 2019, registrada em Belo Horizonte - MG foi de 36,4 casos.

Essa forma de medição leva em consideração o período chuvoso (sazonalidade), que representa os meses de outubro a março, em comparação com os meses não chuvosos, que representa abril a setembro. Percebeu-se que a curva apresentada na figura 5.9 confirma a hipótese deste trabalho de que os períodos chuvosos acumulam maior quantidade de casos confirmados da doença leptospirose.

Há de se destacar que no ano de 2012 (figura 5.8), assim como poderia ser observado em outros anos também, há momentos de discrepância quanto a hipótese esperada. O mesmo não ocorre a partir da análise da média de casos atrelado a precipitação média (considerando a normal climatológica) por mês (figura 5.9).

Pode ser destacado outro fator de contexto da doença leptospirose que é importantíssimo, é o fato que ela é fortemente subnotificada. Vale lembrar o que disseram Fontes et al. (2015): os casos podem ser de 26 a 49 vezes superior do que é reportado no sistema de saúde, que muitas

vezes é notificado erroneamente como outros agravos ou simplesmente negligenciado (FONTES et al. 2015).

Marteli et al., (2020) reforçam a ideia afirmando que um padrão de notificação para Leptospirose inferior ao esperado pode estar atrelado a algumas questões, como, “atraso no envio das informações, à subnotificação ou, ainda, possivelmente, devido ao quadro clínico ser semelhante a outras doenças, gerando subdiagnóstico” (MARTELI et al., 2020).

Castro et al. (2011) e Vieira Lima (2011) corroboram essa informação quando afirmam que a leptospirose é uma doença subnotificada, ou seja, os dados a ela referentes podem estar aquém da realidade, tendo em vista a falta de confirmação laboratorial, dependendo da realidade do contexto social local, e a baixa assertividade de diagnóstico. Segundo eles, a análise clínica é difícil, até mesmo para um profissional de saúde bem treinado, afinal, os sintomas típicos da doença são facilmente confundidos com os de outras doenças, pois os mais comuns são febre, dor de cabeça e diarreia. Esse fato pode levar à negligência do correto diagnóstico da leptospirose.

Vale destacar que este trabalho poderia averiguar de forma mais precisa os índices relacionados diretamente à regional nordeste com foco nos bairros Novo Aarão Reis e Ouro Minas no município de Belo Horizonte. Por ser uma região com Índice de drenagem urbana (IDR)  $\leq 0,375$ , além de haver supostas manchas de inundações (de acordo com o mapa de inundações da Prefeitura de Belo Horizonte) e considerando a precariedade da rede sanitária local e a vulnerabilidade social, já que a regional está entre as localidades do município que possuem a população com menor rentabilidade se comparada, por exemplo, com as regionais Centro-sul ou Leste. Houve a tentativa de coleta de dados pela secretaria municipal de saúde de Belo Horizonte, via e-mail, com justificativa da pesquisa, por meio do setor GAERE/NE - Gerências de Assistência, Epidemiologia e Regulação das Diretorias Regionais de Saúde de Belo Horizonte, regional Nordeste, para a obtenção de dados de notificação específicos de leptospirose para a regional, com a finalidade de comparar os períodos de chuva e seca dessa regional e visando a possibilidade de fazer um estudo comparativo com a regional Centro-sul, que compõe IDR bom. Mas, infelizmente, até a presente data não foi feita a entrega dos dados por parte da secretaria municipal de saúde. O termo de anuência para obtenção dos dados foi concedido somente no dia 4 de fevereiro de 2022.

A coleta de dados presenciais e visitas de campo também foram impedidas devido à pandemia do Covid-19 que atingiu todo o mundo e inviabilizou algumas tentativas de pesquisa, inclusive deste trabalho.

## 6 CONCLUSÃO

Concluindo, as análises das correlações entre a Leptospirose e o volume de precipitações possibilitaram as seguintes constatações.

No município de Belo Horizonte há possível correlação entre as precipitações anuais e a leptospirose sendo que há fatores de saneamento básico, inclusive a drenagem urbana, que, se não estiverem em pleno funcionamento não cumprem efetividade contra os desastres em relação à salubridade socioambiental. Se, contudo, estiverem em pleno funcionamento, minimizam os efeitos deletérios das fortes chuvas.

Elucidar o papel do clima neste trabalho foi importante, pois auxiliará nos esforços preventivos, afinal, Belo Horizonte sofre anualmente com inundações em determinadas áreas.

A pesquisa atingiu o objetivo proposto, a hipótese de que há aumento de contaminação da doença leptospirose nos períodos chuvosos no ano é possivelmente verificável. Constatou também que há participação direta do saneamento básico na dinâmica de minimização dos efeitos adversos das chuvas. Inclusive a drenagem urbana tem participação efetiva contra a ocorrência de inundações, e isso auxilia na minimização de transmissão de doenças de veiculação hídrica.

Os casos de leptospirose não tenderão a diminuir caso a gestão de manutenção ambiental não seja integrada entre os componentes que compõem o saneamento ambiental, inclusive se dissociados da saúde e da participação social. Cabe, portanto, a articulação entre o trabalho da vigilância epidemiológica - que hoje há subnotificação e falta efetividade nos exames laboratoriais e também clínicos (estes pela facilidade de se confundirem os sintomas da leptospirose com outras doenças) - com as instâncias de gestão de riscos da vigilância ambiental, incluindo defesa civil e previsão climática, para aumentar a capacidade de resposta a supostos desastres naturais no município de Belo Horizonte.

É necessário que tenha trabalhos educativos nas regiões vulneráveis a inundações, como os bairros citados neste trabalho que são de baixo IDR e ISA, no que se refere à proteção da saúde, gestão dos resíduos sólidos, e limpeza urbana. Além disso, verificar a realização sistemática das ações integradas entre os órgãos de planejamento, execução e fiscalização das obras de drenagem em Belo Horizonte.

## 7 RECOMENDAÇÕES

Planejar a gestão de resíduos de forma efetiva em áreas suscetíveis a inundações na cidade de Belo Horizonte para reduzir a quantidade de roedores nos locais de vulnerabilidade. De igual forma, tratar pontos ineficazes quanto a demanda de esgotamento sanitário.

Educar ambientalmente as populações marginalizadas ensinando da importância da destinação adequada dos resíduos e limpeza urbana, para evitar o infesto de roedores próximo as moradias, reduzindo assim a chance de contaminação da leptospirose.

Incentivar a visibilidade dessa demanda urbana buscando tornar a drenagem um meio sustentável e efetivo no percurso das águas desde a montante e não somente a jusante, para reduzir índices de inundações, tendo em vista que tratar a jusante é paliativo.

Ressalta-se que estudos mais detalhados podem se realizados a partir deste trabalho. A relação direta da drenagem urbana com a redução da leptospirose, por exemplo, pode ser averiguada e segue como proposta de continuidade, para, a partir deste trabalho, averiguar isso.

Segue como proposta de continuidade para trabalhos futuros a análise via correlação direta em linha de tendência a partir do gráfico comparativo entre prevalência e índice de precipitações.

## 8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, Dione Santana de. **A drenagem urbana das águas pluviais e sua relação com o meio ambiente e a saúde pública no município de Santana** / Dione Santana de Almeida, Isaias Tavares da Costa -- Macapá, 2014. 68 p. Acesso em: 30/07/2021

BELO HORIZONTE, Prefeitura Municipal de Belo Horizonte. **Anexo IV – Síntese Da História De BH**, Belo Horizonte: A Cidade Planejada. Belo Horizonte, 9f. página 2. Disponível em: <[https://prefeitura.pbh.gov.br/sites/default/files/estrutura-de-governo/politica-urbana/2018/planejamento-urbano/cca\\_anexo\\_iv\\_-\\_sintese\\_da\\_historia\\_de\\_bh.pdf](https://prefeitura.pbh.gov.br/sites/default/files/estrutura-de-governo/politica-urbana/2018/planejamento-urbano/cca_anexo_iv_-_sintese_da_historia_de_bh.pdf)> Acesso em: 20/07/2021

BELO HORIZONTE, Prefeitura Municipal de Belo Horizonte. **Índice de drenagem Urbana em Belo Horizonte**, 2018, Disponível em: [https://prefeitura.pbh.gov.br/sites/default/files/estrutura-de-governo/obras-e-infraestrutura/2021/pms\\_2018\\_07\\_15\\_a1\\_idr.pdf](https://prefeitura.pbh.gov.br/sites/default/files/estrutura-de-governo/obras-e-infraestrutura/2021/pms_2018_07_15_a1_idr.pdf) Acesso em: 24/07/2021

BELO HORIZONTE, Prefeitura Municipal de Belo Horizonte. **Índice de drenagem Urbana em Belo Horizonte**, 2020, Disponível em: [https://prefeitura.pbh.gov.br/sites/default/files/estrutura-de-governo/obras-e-infraestrutura/2021/pms\\_2020\\_11\\_26\\_a1\\_idr.pdf](https://prefeitura.pbh.gov.br/sites/default/files/estrutura-de-governo/obras-e-infraestrutura/2021/pms_2020_11_26_a1_idr.pdf) Acesso em: 24/07/2021

BELO HORIZONTE, Prefeitura Municipal de Belo Horizonte. **Índice de salubridade Ambiental ISA por sub bacia em BH**, 2018, Disponível em: [https://prefeitura.pbh.gov.br/sites/default/files/estrutura-de-governo/obras-e-infraestrutura/2021/pms\\_2018\\_09\\_15\\_a1\\_isa\\_sb.pdf](https://prefeitura.pbh.gov.br/sites/default/files/estrutura-de-governo/obras-e-infraestrutura/2021/pms_2018_09_15_a1_isa_sb.pdf) Acesso em: 24/07/2021

BELO HORIZONTE, Prefeitura Municipal de Belo Horizonte. **Índice de salubridade Ambiental ISA por sub bacia em BH**, 2020, Disponível em: [https://prefeitura.pbh.gov.br/sites/default/files/estrutura-de-governo/obras-e-infraestrutura/2021/pms\\_2020\\_13\\_26\\_a1\\_isa\\_sb.pdf](https://prefeitura.pbh.gov.br/sites/default/files/estrutura-de-governo/obras-e-infraestrutura/2021/pms_2020_13_26_a1_isa_sb.pdf) Acesso em: 24/07/2021

BELO HORIZONTE, Prefeitura Municipal de Belo Horizonte. **ITE - Índice de tratamento de esgotos, por sub-bacia em belo horizonte**, 2018, Disponível em: [https://prefeitura.pbh.gov.br/sites/default/files/estrutura-de-governo/obras-e-infraestrutura/2021/pms\\_2018\\_14\\_15\\_a1\\_ite\\_sb.pdf](https://prefeitura.pbh.gov.br/sites/default/files/estrutura-de-governo/obras-e-infraestrutura/2021/pms_2018_14_15_a1_ite_sb.pdf) Acesso em: 24/07/2021

BELO HORIZONTE, Prefeitura Municipal de Belo Horizonte. **IVS - Índice de vulnerabilidade da saúde, por sub-bacia em belo horizonte**, 2018, Disponível em: [https://prefeitura.pbh.gov.br/sites/default/files/estrutura-de-governo/obras-e-infraestrutura/2021/pms\\_2018\\_10\\_15\\_a1\\_ivs.pdf](https://prefeitura.pbh.gov.br/sites/default/files/estrutura-de-governo/obras-e-infraestrutura/2021/pms_2018_10_15_a1_ivs.pdf) Acesso em: 24/07/2021

BRAGA, R.; CARVALHO, P. **Recursos Hídricos e Planejamento Regional**. 1ª Ed. 2003. Laboratório de Planejamento Regional (DEPLAN). Rio Claro, 131 p.

BRASIL. [Constituição (1988)]. **Constituição da República Federativa do Brasil**: promulgada em 5 out. de 1988.

BRASIL. Lei 11.445, de 5 de jan. de 2007. "**Estabelece as diretrizes nacionais para o Saneamento Básico; [...] e dá outras providências**", seção 1, Brasília, DF. Publicada no Diário Oficial da União de 11/01/2007.

BRASIL. Lei 14.026, de 15 de jul. de 2020. "**Atualiza o marco legal do saneamento básico**", Brasília, 15 de julho de 2020; 199º da Independência e 132º da República. Publicada no Diário Oficial da União de 16/07/2020.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Doenças e Agravos de Notificação - De 2007 em diante (SINAN) Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde – DATASUS** [internet]; 2021 Acesso em 2022, jan. 05. Disponível em: <http://www2.datasus.gov.br/DATASUS/index.php>

BRASIL. Ministério da Saúde. **Sistema de Informação de Agravos de Notificação. Leptospirose: Casos confirmados por município de residência de 2007 – 2019** [internet]; 2021 [acesso em 2022 jan. 05]. Disponível em: <http://www2.datasus.gov.br/DATASUS/index.php?area=0203&id=29892215&VObj=http://ta%0Abnet.datasus.gov.br/cgi/deftohtm.exe?sinannet/cnv/lepto>.

BRASIL. Portaria Nº 264, de 17 de fev. de 2020 - **Ministério da Saúde (Brasil)**, Brasília, 2020. Acesso: nov. de 2021.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Guia de Vigilância em Saúde** / Secretaria de Vigilância em Saúde. Brasília: Ministério da Saúde, 2014. 812 p. Acesso: nov. de 2021.

BRASIL. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Desenvolvimento Urbano. [acessado em 26 ago. 2021]. **Desenvolvimento Urbano, 2017**; Disponível em: <<https://www.gov.br/mdr/pt-br/composicao/secretarias-nacionais/secretaria-nacional-de-desenvolvimento-regional-e-urbano>>

CARTILHA - **Plano Diretor de Recursos Hídricos**; 2015. Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas; Unidade Territorial Estratégica Ribeirão do Onça, 12p.; Disponível em: <[https://cdn.agenciapeixe vivo.org.br/arquivos/uploads/2016/04/07\\_cartilha\\_onca\\_225x27cm\\_2016\\_04\\_13\\_issuuu-2.pdf](https://cdn.agenciapeixe vivo.org.br/arquivos/uploads/2016/04/07_cartilha_onca_225x27cm_2016_04_13_issuuu-2.pdf)>. Acesso em: 25 ago. 2021

CASTRO, A.L.C.; CALLHEIROS, L.B.; CUNHA, M.I.R.; BRINGEL, M.L.N.C. 2003. **Manual de Desastres Naturais – Volume I**. Ministério da Integração Nacional. Brasília. 174p.

CASTRO J.R.; SALABERRY S.R.S.; SOUZA M.A.; LIMA-RIBEIRO A.M.C.; **Sorovares de Leptospira spp. predominantes em exames sorológicos de caninos e humanos no município de Uberlândia, Estado de Minas Gerais**. Rev. Soc. Brás Med. Trop. 2011; 44(2):217-22. [DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0037-86822011005000012>].

CAVALCANTE, L. V. B. A bacia do Rio Arrudas (manuscrito): **análise das inundações entre 1930 a 2005 no município de Belo Horizonte/MG**. 2011. 132 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011. Disponível em: <<https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/MPBB-8THHLK>>. Acesso em: 10 de nov. de 2021.



CETESB (1986). **Drenagem Urbana: manual de projeto**. CETESB/ASCETESB, São Paulo, 464p

CHERNICHARO, C.A.L. e COSTA, A.M.L.M. (1996). “**Saneamento e saúde pública.**” In: Barros, R.T.V., Chernicharo, C.A.L., Heller, L., e Von Sperling, M. (eds.) **Manual de Saneamento e Proteção Ambiental para Municípios**, Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental –DESA/UFMG, Fundação Estadual do Meio Ambiente – FEAM., Belo Horizonte., Vol. 2, 161-179.

CHRISTOFIDIS, Demetrios; ASSUMPCÃO, RSFV; KLIGERMAN, DC. **A evolução histórica da drenagem urbana: da drenagem tradicional à sintonia com a natureza**, Saúde Debate, Volume: 43, Número: spe3, P. 94-108 Publicado: 2019; Brasil. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/0103-11042019S307>>. Acesso em: ago. de 2021.

CIRINO, J.P.R., **Impactos socioambientais decorrentes da falta de saneamento ambiental no bairro da Várzea, São José de Piranhas, Paraíba**, 2018. Monografia pela UFCG, Cajazeiras. 66f. Disponível em: <<http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/xmlui/bitstream/handle/riufcg/7462/JUSSARA%20PEREIRA%20DE%20MORAIS%20CIRINO.%20TCC.%20LICENCIATURA%20EM%20GEOGRAFIA.%202018.pdf?sequence=3&isAllowed=y>> Acesso em: 02/08/2021

EOS CONSULTORES, **5 consequências da falta de saneamento básico** – EOS Consultores, 2019. Disponível em: <<https://www.eosconsultores.com.br/5-consequencias-da-falta-de-saneamento-basico/>>. Acesso em: 26 ago. 2021.

FÁTIMA, Maria de. **Impactos da drenagem urbana na saúde pública em municípios de pequeno porte no estado do Rio Grande do Norte**, Nordeste do Brasil. Recife, 2013. 250 f. Tese (doutorado) - UFPE, Centro de Tecnologia e Geociências, Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, 2013. Acesso em: 02/08/2021

FIOCRUZ, Fundação Oswaldo Cruz, Ministério da Saúde, Brasil. **Secretaria de Vigilância em Saúde - Departamento de Vigilância Epidemiológica**, Brasília. Fiocruz, 2018 (22 pp.). Disponível em: <<https://www.bio.fiocruz.br/index.php/br/sintomas-transmissao-e-prevencao>> Acesso em: dez. 2021.

FONSECA, F. R.; VASCONCELOS, C. H. **Análise espacial das doenças relacionadas ao saneamento ambiental inadequado no Brasil**. Cadernos Saúde Coletiva, Rio de Janeiro, v. 19, p. 448-453, 2011. Disponível em: <[http://www.cadernos.iesc.ufrj.br/cadernos/images/csc/2011\\_4/artigos/csc\\_v19n4\\_448-453.pdf](http://www.cadernos.iesc.ufrj.br/cadernos/images/csc/2011_4/artigos/csc_v19n4_448-453.pdf)> Acesso em 02/08/2021

FONTES, RM; CAVALCANTI, LPG; OLIVEIRA, ACA; BEZERRA, LFM; GOMES, AMM; COLARES, JKB; LIMA, DM. **A new possibility for surveillance: do we identify all cases of leptospirosis?** Rev Inst Med Tropical São Paulo 2015. Disponível em: <[https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0036-46652015000500443&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0036-46652015000500443&script=sci_arttext)>. Acesso em nov. de 2021.

FREITAS, F.G.; MAGNABOSCO, A.L. **Benefícios econômicos e sociais da expansão do saneamento no Brasil**- Instituto Trata Brasil, Brasil, Novembro de 2018; 86f. Disponível em:

<[http://www.tratabrasil.org.br/images/estudos/itb/beneficios/sumario\\_executivo.pdf](http://www.tratabrasil.org.br/images/estudos/itb/beneficios/sumario_executivo.pdf)> Acesso em: 22 de jul. 2021

FUNASA, Fundação Nacional de Saúde. **Impactos na Saúde e no Sistema Único de Saúde Decorrentes de Agravos Relacionados a um Saneamento Ambiental Inadequado**. Brasília: FUNASA; 2010.

GUIMARÃES, A.J.A.; CARVALHO, D.F. de; SILVA, L.D.B. da. **Saneamento Básico**, 2007. Disponível em: <<http://www.ufrj.br/institutos/it/deng/leonardo/downloads/APOSTILA/Apostila%20IT%20179/Cap%201.pdf>>. Acesso em: 29 de ago. 2021.

GUIMARÃES R.M.; CRUZ O.G.; PARREIRA V.G.; VIEIRA J.D.; MAZOTO M.L.; ASMUS C.I.R.F.; **Análise temporal da relação entre leptospirose e ocorrência de inundações por chuvas no município do Rio de Janeiro, Brasil, 2007-2012**; *Ciência & Saúde Coletiva* 19(9):3683-3692; 2014. [DOI: 10.1590/1413-81232014199.06432014]

HELLER, Leo., **Relação entre saúde e saneamento na perspectiva do desenvolvimento, Ciência& Saúde Coletiva**, Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da UFMG, (2):73-84, 1998, Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/csc/a/4wdHGnBkYZg4qzdgSMnLwgx/?lang=pt&format=pdf>> Acesso em: 02/08/2021

IAS - Instituto Água e Saneamento. **Municípios e Saneamento**, 2020 – Notas técnicas. Disponível em: <<https://www.aguaesaneamento.org.br/municipios-e-saneamento/fontes-notas-tecnicas>>; Acesso em 21 jan. 2022

IBGE. Pesquisa nacional do saneamento básico 2008. Rio de jan. 2010.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA DO BRASIL – INMET, 2021. **Normais Climatológicas** (1981-2010). Belo Horizonte – MG.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA DO BRASIL – INMET, 2021. **Estação Belo Horizonte** (83587). Belo Horizonte – MG.

LANDAU, Elena Charlotte; MOURA, Larissa. **Varição geográfica do saneamento básico no Brasil em 2010: domicílios urbanos e rurais**. – 975p. Brasília, DF: Embrapa, 2016. Disponível em: <<http://tratabrasil.org.br/datafiles/outros-estudos/GeoSaneamentoBrasil2010.pdf>> Acesso em 02/08/2021

MAGALHÃES JUNIOR, A. P. **Geomorfologia Fluvial**. [Apostila do Curso de Geomorfologia Fluvial] Instituto de Geociências – Universidade Federal de Minas Gerais, 2012. Acesso em: 23/08/2021

MARTELI A.N.; GENRO L.V.; DIAMENT D.; GUASSELLI L.A.; **Análise espacial da leptospirose no Brasil**; *Saúde Debate*; Rio De Janeiro, v. 44, n. 126, p. 805-817, jul.-set. 2020. [DOI: 10.1590/0103-1104202012616]

MARTINS, M.H.M.; SPINK, M.J.P. **A leptospirose humana como doença duplamente negligenciada no Brasil**; Ciência & Saúde Coletiva, Volume: 25, Número: 3, Publicado: 2020; Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/1413-81232020253.16442018>>. Acesso em: out. de 2021.

MENGUE, Vagner; Guerra, Rosana; Monteio, Deyvid; Moraes, Meriene; Vogt, Helena. **Análise da expansão urbana em áreas suscetíveis à inundação utilizando o modelo HAND: o caso da Região Metropolitana de Porto Alegre**, Brasil. GOT, Porto, n.12, p.231-253, dez. 2017. Disponível em: <[https://scielo.pt/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2182-12672017000200011&lng=pt&nrm=iso?script=sci\\_arttext&pid=S2182-12672017000200011&lng=pt&nrm=iso](https://scielo.pt/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2182-12672017000200011&lng=pt&nrm=iso?script=sci_arttext&pid=S2182-12672017000200011&lng=pt&nrm=iso)>. Acesso em 01 ago. 2021.

MIGUEZ, Marcelo Gomes; VERÓL, Aline Pires; REZENDE, Osvaldo Moura. **Drenagem urbana: do projeto tradicional à sustentabilidade**. Rio de Janeiro, 2016. 366 p.

MINAS GERAIS, **Nota Técnica nº 8/SES/SUBVS-SVE-DVAT-CZVFRB/2021**, Barbacena, Belo Horizonte, 2021. Disponível em: <<http://vigilancia.saude.mg.gov.br/index.php/download/nota-tecnica-no-8-ses-subvs-sve-dvat-czvfrb-2021/?wpdmdl=8649>>. Acesso em nov. de 2021.

MOREIRA, J. L. B. **Estudo da distribuição espacial das chuvas em Belo Horizonte e em seu entorno** [manuscrito]. Dissertação de mestrado – Universidade Federal de Minas Gerais. 2002.

MOURA, Larissa; LANDAU, Elena Charlotte; FERREIRA, Adriana de Melo, **Doenças Relacionadas ao Saneamento Ambiental Inadequado no Brasil**, 2010. Disponível em <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/157835/1/GeoSaneamento-Cap08.pdf>> Acesso em 02/08/2021.

NUGEM R.C. **Doenças relacionadas ao saneamento ambiental inadequado (DRSAI) em Porto Alegre - RS** [dissertação]. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul; 2015.

PORTO, M. F. A. Aspectos **Qualitativos do Escoamento Superficial em Áreas Urbanas**. In: Tucci, C. E. M.; Porto, R. L. L.; Barros, M. T. Drenagem Urbana. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS/ABRH, 1995, V.5, p.387-414. Acesso em 01/08/2021

PNUD, Programa Das Nações Unidas Para O Desenvolvimento; Instituto de pesquisa econômica aplicada (IPEA). **Relatório sobre o desenvolvimento humano no Brasil**. Brasília, 1997; Acesso em 25/07/2021

PROJETO MANUELZÃO. **A Bacia do Ribeirão do Onça**, 2009. Disponível em: [www.manuelzao./meta2010](http://www.manuelzao./meta2010). Acesso em: 24/08/2021.

PRÜSS-ÜSTÜN, A.; BOS, R.; GORE, F.; BARTRAM, J. **Safer water, better health: costs, benefits and sustain ability of interventions to protect and promote health**. Genebra: World Health Organization; 2008.

PRÜSS-ÜSTÜN, A.; NEIRA, M. **Preventing disease through healthy environments: a global assessment of the burden of disease from environmental risks**. Genebra: World Health Organization; 2016.

REBOUÇAS, A. C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. **Águas doces no Brasil**. 3. ed. rev. e ampl. São Paulo: Escrituras, 2006. 748 p.

REIS, Patrícia Elizamma. **O escoamento superficial como condicionante de inundação em Belo Horizonte**, MG [Mestrado] : estudo de caso da sub-bacia córrego do Leitão, bacia do ribeirão Arrudas. / Patrícia Elizamma Reis. – 2011. XIV, 134 f.

RODRIGUES C.M.; **O círculo vicioso da negligência da leptospirose no Brasil**. Revista do Instituto Adolfo Lutz. [Artigo de Revisão], São Paulo, 10 de set. 2018; 76:e1729: 1-11; Acesso em: 28/01/2022.

SIURBE – BHMap, **Precipitação diária em Belo Horizonte conforme datamento**, 2021. Acesso em: 20 ago. 2021; Disponível em: <<http://webmapsiburbe.pbh.gov.br/webmap/>>

SOUZA V.; ARSKY M.; CASTRO A.; ARAUJO W., **Anos potenciais de vida perdidos e custos hospitalares da leptospirose no Brasil**. Rev. Saúde Pública, 2011; 45(6):1001-1008. Acesso em: nov. de 2021.

SUDECAP/PBH. Superintendência de Desenvolvimento da Capital – prefeitura de Belo Horizonte. 2018. Secretaria Municipal de Políticas Urbanas. **Carta de Inundações de Belo Horizonte** – Identificação de áreas potencialmente susceptíveis.

TEIXEIRA J.C.; OLIVEIRA G.S.; VIALI A.M.; MUNIZ S.S., **Estudo do impacto das deficiências de saneamento básico sobre a saúde pública no Brasil no período de 2001 a 2009**. Eng. Sanit. Ambient. 2014; 19(1):87-96 Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1413-41522014000100010>

TRATA BRASIL, **Água - Trata Brasil**. Super User, 2021 Disponível em: <<http://www.tratabrasil.org.br/saneamento/principais-estatisticas/no-brasil/agua>>. Acesso em: 30 jul. 2021.

TRATA BRASIL, **Benefícios econômicos e sociais da expansão do saneamento no Brasil** instituto Trata Brasil ex. ante consultoria econômica, março de 2017. [s.l.], [s.d.]. Disponível em: <[http://www.tratabrasil.org.br/datafiles/estudos/beneficios-ecosocio/relatorio-completo.pdf?utm\\_source=Site&utm\\_medium=Blog&utm\\_content=estudositb-29082018](http://www.tratabrasil.org.br/datafiles/estudos/beneficios-ecosocio/relatorio-completo.pdf?utm_source=Site&utm_medium=Blog&utm_content=estudositb-29082018)>. Acesso em: 30 jul. 2021.

TUCCI, Carlos E. M. **Gestão da drenagem urbana**. Brasília, DF: CEPAL. Escritório no Brasil/IPEA, 2012. (Textos para Discussão CEPAL-IPEA, 48) disponível em: <[https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/38004/LCBRSR274\\_pt.pdf](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/38004/LCBRSR274_pt.pdf)> Acesso em 01/08/2021.

TUCCI, C. E. M. **Gestão das águas pluviais urbanas**: texto de apoio – Código D07 – Curso de Gestão Integrada das águas e dos resíduos na cidade. Brasília: MC – Cooperação Técnica Brasília/Itália, 2006. Acesso em: 01/08/2021

TUCCI, C. E. M. **Hidrologia: ciência e aplicação**. 3. ed. Porto Alegre: UFRGS, 2002. 943p

VENTURA G.K.A.; LOPES F.W.A. **Infraestrutura de saneamento básico e incidência de doenças associadas: uma análise comparativa entre Belo Horizonte e Ribeirão das Neves, Minas Gerais**. Cad. Geografia 2017; 27(51):788-805. Disponível em: <https://doi.org/10.5752/p.2318-2962.2017v27n51p788>

VIEIRA, C. V.; OLIVEIRA, F.A. 2004. **A cartografia digital como subsídio na análise geomorfológica do Morro dos Sargentos** – Joinville/SC. IN.: Simpósio Brasileiro de Desastres Naturais, Florianópolis. Anais. Florianópolis: GEDN/UFSC. pp.203-211.

VIEIRA LIMA, HCA. **Incidência de fatores de risco associados às diferentes formas clínicas da leptospirose: um estudo de vigilância de base populacional em uma comunidade urbana de Salvador-Bahia**. [Dissertação Mestrado]. Salvador (BA): Universidade Federal da Bahia; 2011. Acesso em: 22/01/2022.

WHO, Pan American Health Organization. **Atlas de Desenvolvimento sustentável e Saúde, Brasil 1991 a 2010**. Brasília: WHO - Pan American Health Organization; 2015.

WHO, World Health Organization - **Water, Sanitation and Hygiene Links to Health**. Genebra: World Health Organization; 2004.

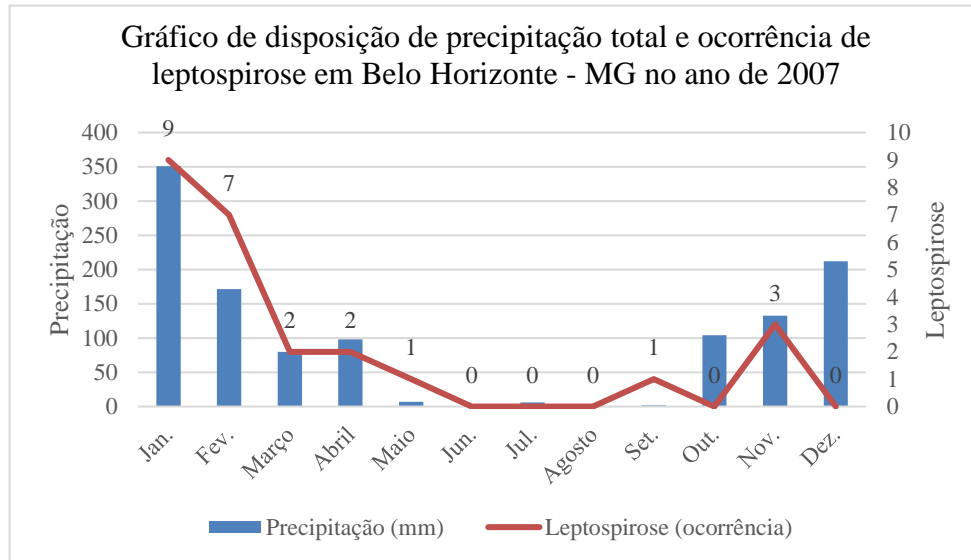
XAVIER D.R.; MAGALHÃES M.D.A.F.M; GRACIE R.; REIS I.C.; MATOS V.P.; BARCELLOS. **Difusão espaço-tempo do dengue no Município do Rio de Janeiro, Brasil, no período de 2000-2013**. Cadernos de Saúde Pública, 2017; 33(2): e00186615. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/0102-311x00186615>

**APÊNDICES**



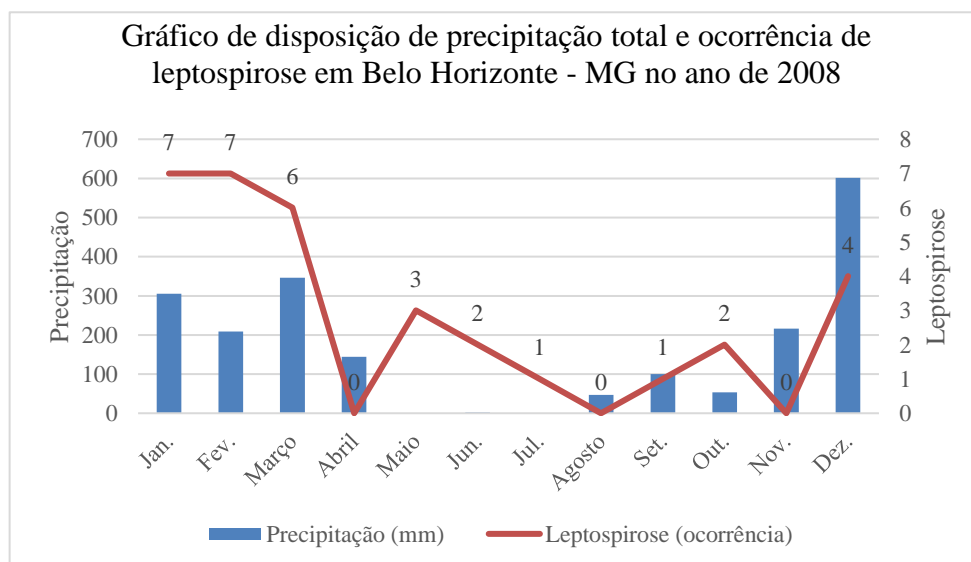
## APÊNDICE B – Gráficos de precipitação mês a mês por ano.

**Figura 5.10** - Gráfico de disposição de precipitação e ocorrência de Leptospirose – 2007



Fonte - Autor (2022).

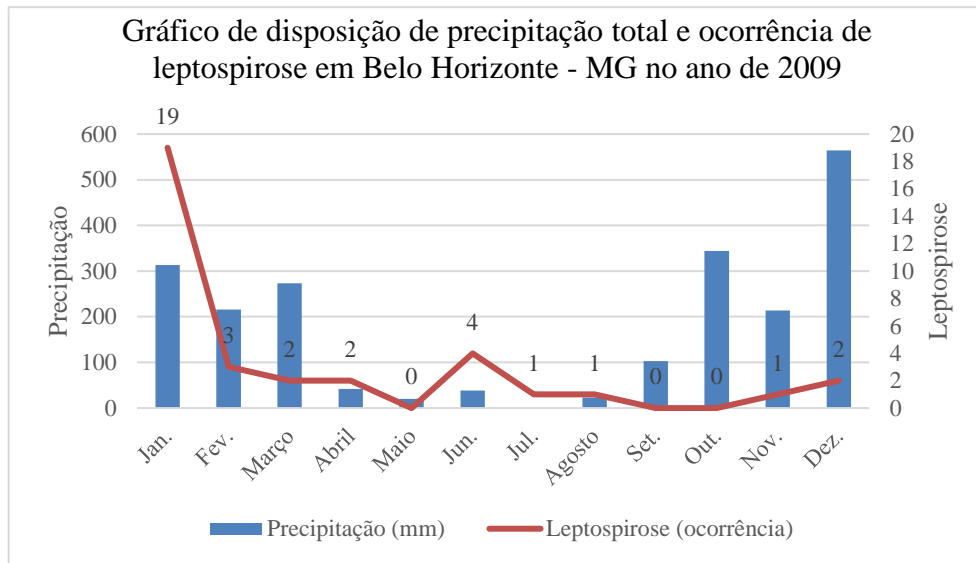
**Figura 5.11** - Gráfico de disposição de precipitação e ocorrência de Leptospirose - 2008



Fonte - Autor (2022).

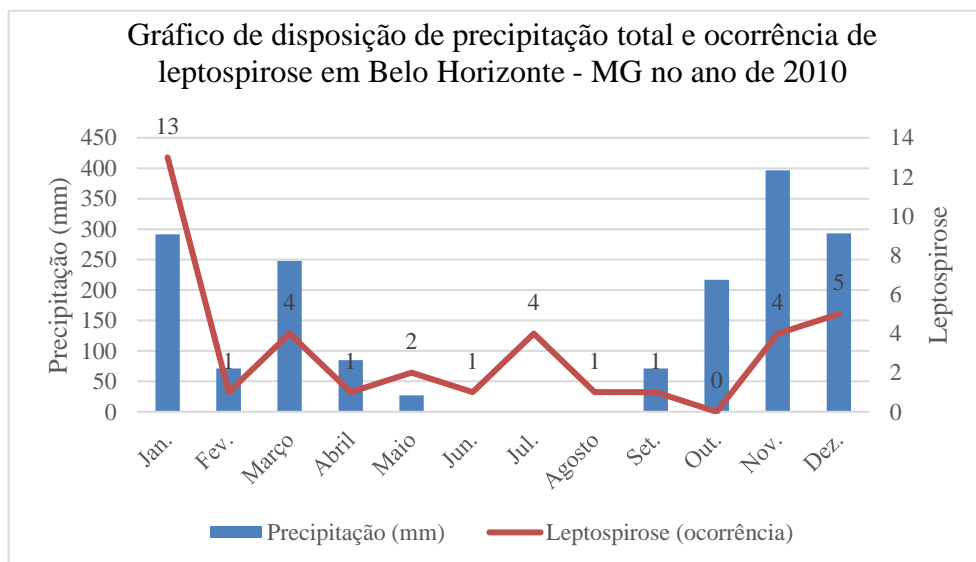


**Figura 5.12 - Gráfico de disposição de precipitação e ocorrência de Leptospirose - 2009**



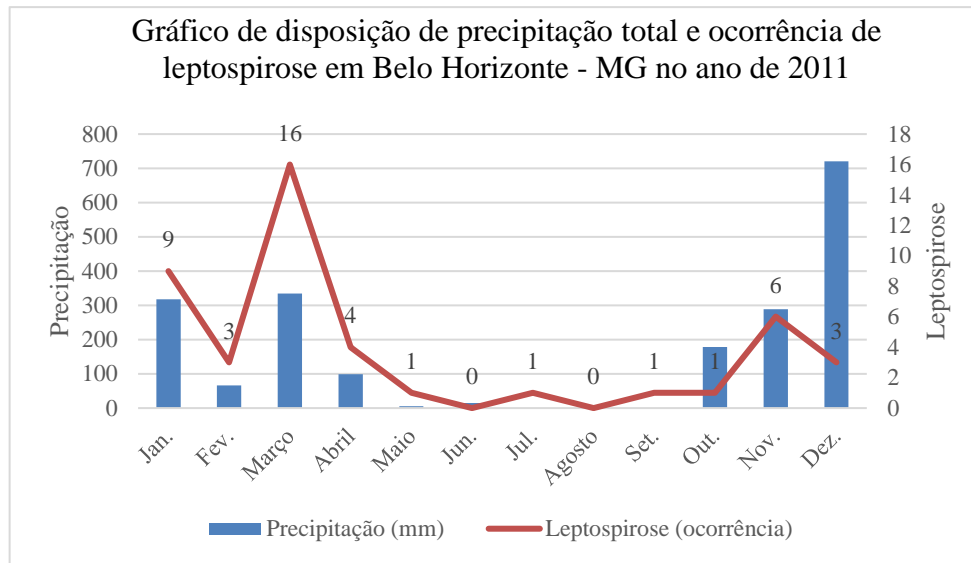
Fonte - Autor (2022)..

**Figura 5.13 - Gráfico de disposição de precipitação e ocorrência de Leptospirose - 2010**



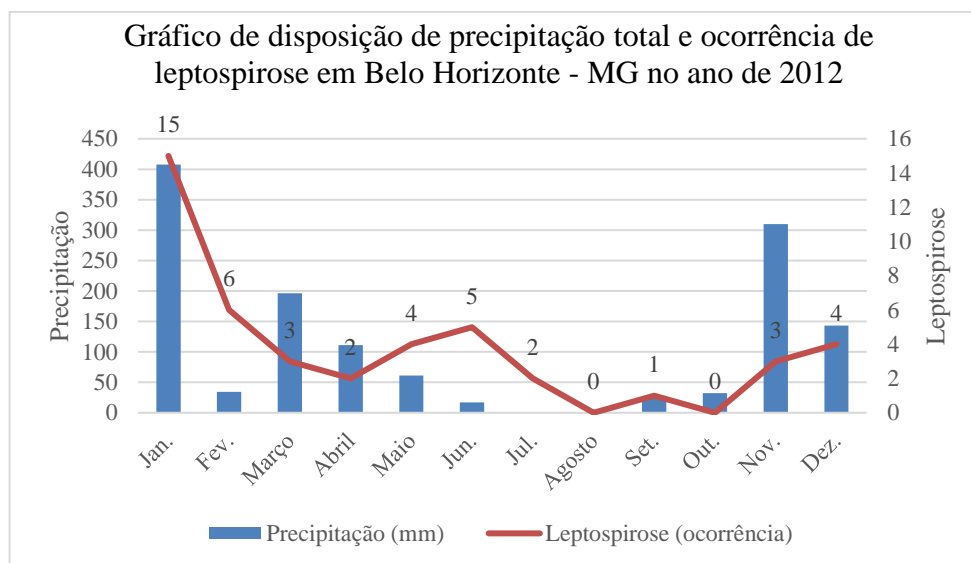
Fonte - Autor (2022).

**Figura 5.14 - Gráfico de disposição de precipitação e ocorrência de Leptospirose - 2011**

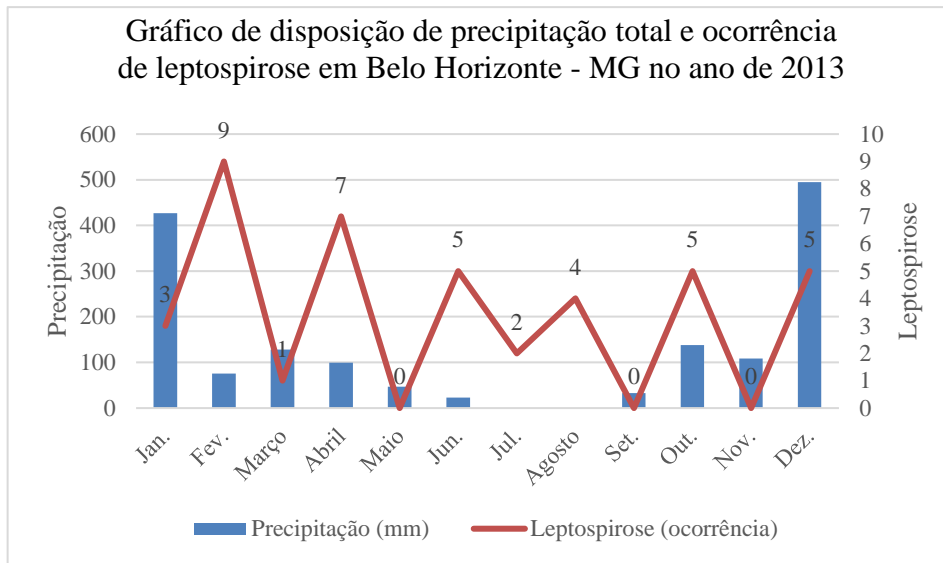


Fonte - Autor (2022).

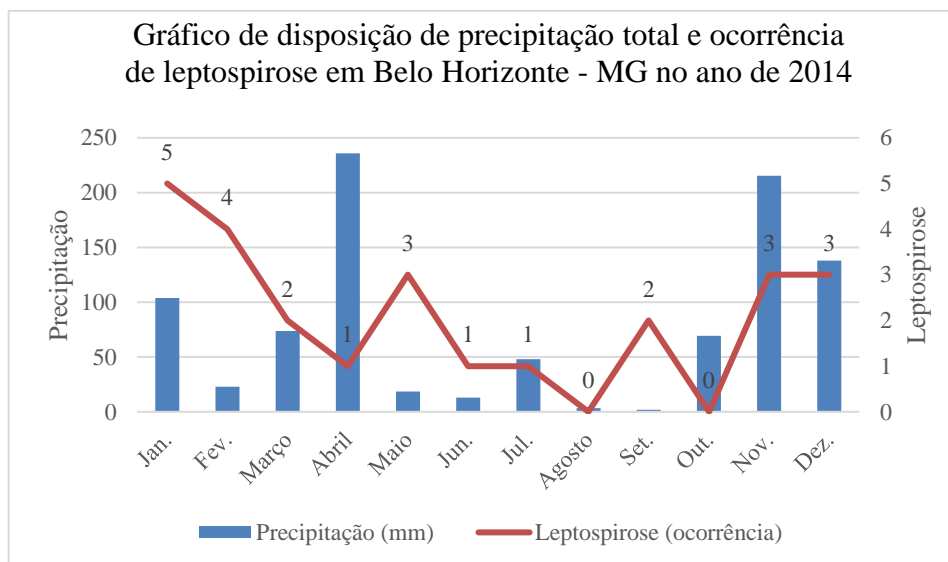
**Figura 5.15 - Gráfico de disposição de precipitação e ocorrência de Leptospirose - 2012**



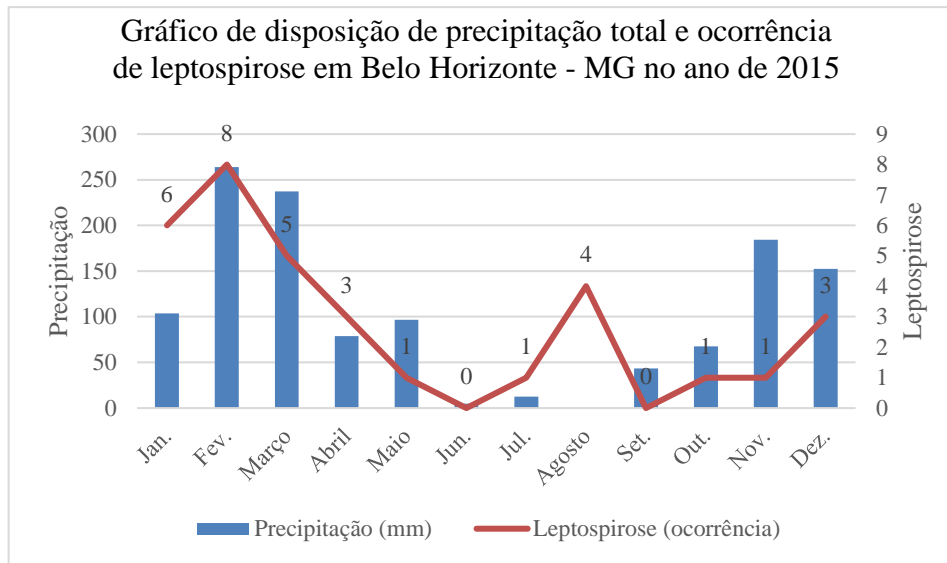
Fonte - Autor (2022).

**Figura 5.16** - Gráfico de disposição de precipitação e ocorrência de Leptospirose - 2013

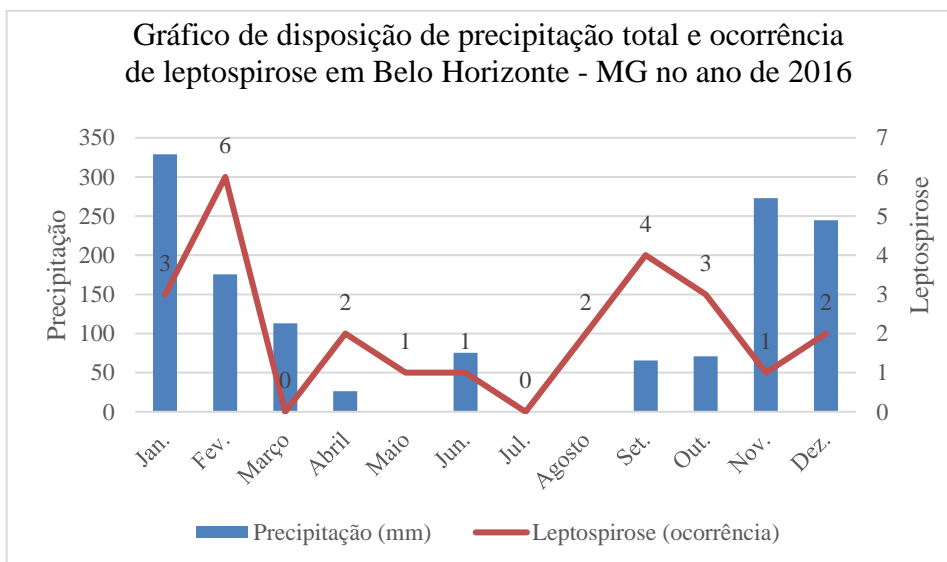
Fonte - Autor (2022).

**Figura 5.17** - Gráfico de disposição de precipitação e ocorrência de Leptospirose - 2014

Fonte - Autor (2022).

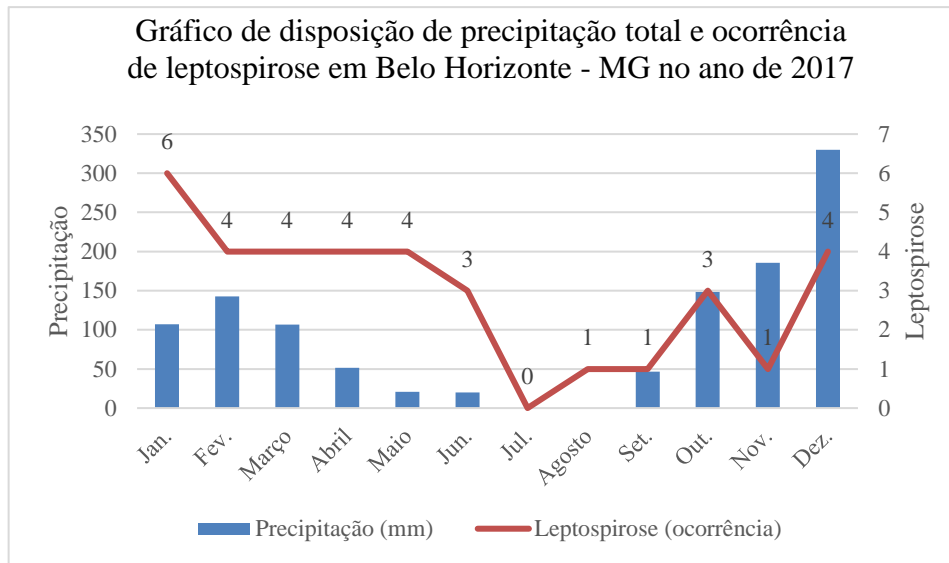
**Figura 5.18** - Gráfico de disposição de precipitação e ocorrência de Leptospirose - 2015

Fonte - Autor (2022).

**Figura 5.19** - Gráfico de disposição de precipitação e ocorrência de Leptospirose - 2016

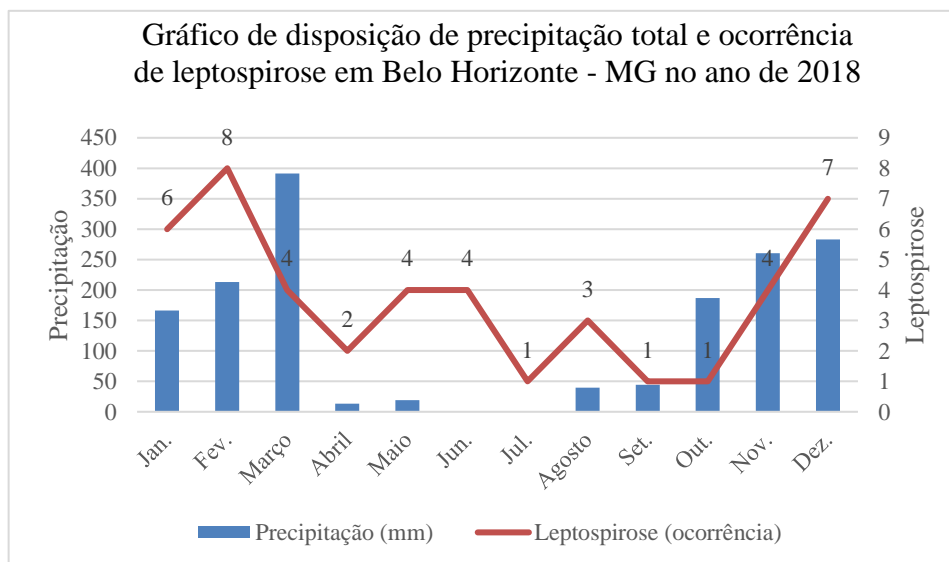
Fonte - Autor (2022).

**Figura 5.20** - Gráfico de disposição de precipitação e ocorrência de Leptospirose - 2017



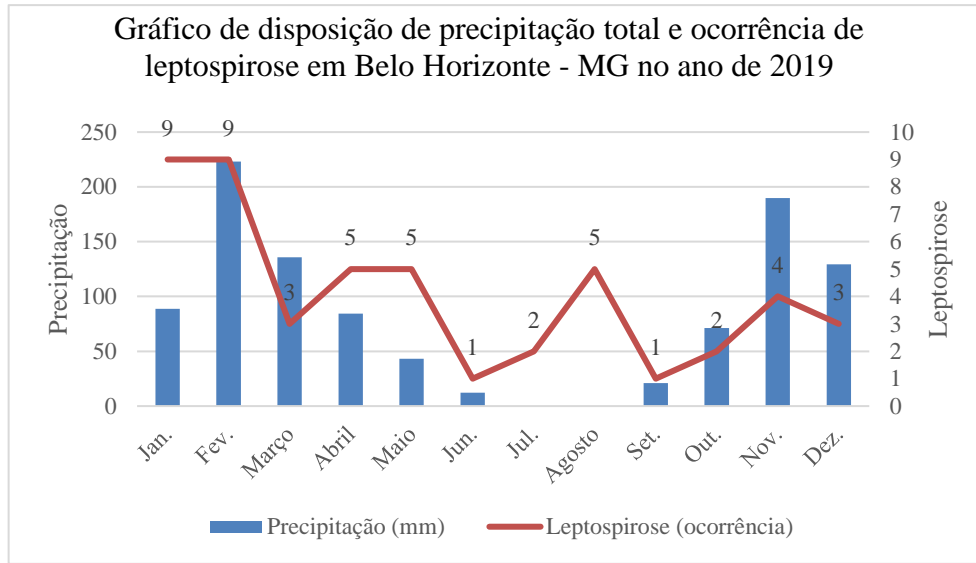
Fonte - Autor (2022).

**Figura 5.21** - Gráfico de disposição de precipitação e ocorrência de Leptospirose - 2018



Fonte - Autor (2022).

**Figura 5.22 - Gráfico de disposição de precipitação e ocorrência de Leptospirose - 2019**



Fonte - Autor (2022).