

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS**  
**Faculdade de Veterinária**  
**Programa de Pós-Graduação em Veterinária**



Dissertação

**Análise epidemiológica da dengue em Belo Horizonte, Minas Gerais,**  
**2010 – 2018**

**Bianca Conrad Bohm**

Pelotas, 2020

**Bianca Conrad Bohm**

**Análise epidemiológica da dengue em Belo Horizonte, Minas Gerais,  
2010 – 2018**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Veterinária da Faculdade de Veterinária da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências (área de concentração: Sanidade Animal).

Orientador: Fábio Raphael Pascoti Bruhn

Pelotas, 2020

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas  
Catalogação na Publicação

B676a Bohm, Bianca Conrad

Análise epidemiológica da dengue em Belo Horizonte, Minas Gerais, 2010 – 2018 / Bianca Conrad Bohm ; Fábio Raphael Pascoti Bruhn, orientador. — Pelotas, 2020.

65 f.

Dissertação (Mestrado) — Programa de Pós-Graduação em Veterinária, Faculdade de Veterinária, Universidade Federal de Pelotas, 2020.

1. Epidemiologia. 2. Saúde pública - Sistemas de informação. 3. Arbovirose - Fatores de risco . 4. Controle de doenças - Modelagem temporal. I. Bruhn, Fábio Raphael Pascoti, orient. II. Título.

CDD : 636.08944

Bianca Conrad Bohm

Análise epidemiológica da dengue em Belo Horizonte, Minas Gerais,  
2010 – 2018

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Ciências, Programa de Pós-Graduação em Veterinária, Faculdade de Veterinária, Universidade Federal de Pelotas.

Data da Defesa: 21/02/2020

Banca examinadora:

Prof. Dr. Fábio Raphael Pascoti Bruhn (Orientador)  
Doutor em Ciências Veterinárias pela Universidade Federal de Lavras

Prof. Dr. Luiz Filipe Damé Schuch.  
Doutor em Ciências Veterinárias pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Dra. Angelita dos Reis Gomes  
Doutora em Ciências Veterinárias pela Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Marcos Marreiro Villela  
Doutor em Ciências da Saúde/ Doenças Infecciosas e Parasitárias pela Fundação  
Oswaldo Cruz

## Resumo

BOHM, Bianca Conrad. **Análise epidemiológica da dengue em Belo Horizonte, Minas Gerais, 2010 – 2018**. 2020. 65f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Programa de Pós-Graduação em Veterinária, Faculdade de Veterinária, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2020.

Esta dissertação tem como objetivo avaliar a incidência de dengue em Belo Horizonte, Minas Gerais no período de 2010 a 2018. Para desenvolvimento do estudo foram analisados bancos de dados gerados pelo Sistema Nacional de Agravos de Notificação (SINAN) em parceria com a Secretaria Municipal de Saúde de Belo Horizonte SMSA/BH. Durante o período do estudo, houve 324.044 casos de dengue e 1.334 casos de dengue grave em Belo Horizonte, MG, com 88 óbitos. No período o município enfrentou três epidemias. Na análise dos fatores de risco verificou-se que pessoas caracterizadas como pretas apresentaram maior letalidade (6.863 casos; 4,3%), seguido pela branca (36.469 casos; 2,6%). Além disso, verificou-se que a idade avançada e o sexo masculino também foram fatores de risco para o óbito por dengue em Belo Horizonte. Na modelagem temporal, o modelo mais adequado ao período foi o SARIMA (2,1,1) (1,0,0), o qual preveu um aumento no número de casos no ano de 2019, que de fato ocorreu, indicando assim que modelos matemáticos são uma importante ferramenta para a organização dos sistemas de saúde no controle e prevenção de doenças. Esta dissertação é composta, por dois artigos científicos referentes à análise dos fatores de risco para dengue e dengue grave em Belo Horizonte e, a construção de um modelo temporal para realizar a predição de casos de dengue em Belo Horizonte, entre 2010 a 2018.

**Palavras-chave:** epidemiologia; sistemas de informação; série temporal; arbovirose; modelagem.

## Abstract

BOHM, Bianca Conrad. **Epidemiological analysis of dengue in Belo Horizonte, Minas Gerais, 2010 - 2018**. 2020. 65f. Dissertation (Master degree in Sciences) - Programa de Pós-Graduação em Veterinária, Faculdade de Veterinária, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2020.

This dissertation aims to evaluate the incidence of dengue in Belo Horizonte, Minas Gerais from 2010 to 2018. For the development of the study, databases generated by the National System of Notifiable Diseases (SINAN) were analyzed in partnership with the Municipal Secretariat of Belo Horizonte Health SMSA / BH. During the study period, there were 324,044 cases of dengue and 1,334 cases of severe dengue in Belo Horizonte, MG, with 88 deaths. During the period the municipality faced three epidemics. In the analysis of risk factors, it was found that people characterized as black had higher lethality (6,863 cases; 4.3%), followed by white (36,469 cases; 2.6%). In addition, it was found that old age and male gender were also risk factors for dengue death in Belo Horizonte. In temporal modeling, the most appropriate model for the period was SARIMA (2.1.1) (1.0.0), which predicted an increase in the number of cases in 2019, which in fact occurred, thus indicating that mathematical models are an important tool for the organization of health systems in the control and prevention of diseases. This dissertation consists of two scientific articles referring to the analysis of risk factors for dengue and severe dengue in Belo Horizonte and the construction of a temporal model to perform the prediction of dengue cases in Belo Horizonte, between 2010 and 2018.

**Keywords:** epidemiology; information systems; time series; arbovirus; modeling.

## Lista de Figuras

### Artigo 1

- Figura 1 Indicadores epidemiológicos total dos casos de dengue (dengue + dengue grave) (fig. A), dengue (fig. B.) e de dengue grave (fig C).  
..... 25
- Figura 2 Taxas epidemiológicas com médias anuais do total de casos de dengue (fig. A) dengue (fig. B) e de dengue grave (fig. C) em Belo Horizonte, segundo faixas etárias, 2010-2018.  
..... 25
- Figura 3 Taxas epidemiológicas com médias anuais de dengue em Belo Horizonte, segundo a cor de pele declarada nas fichas de notificação, 2010-2018..... 27

### Artigo 2

- Figura 1 Taxa de incidência de dengue em Belo Horizonte/MG no período de 2010 a 2018, (Figura A). Série temporal dos casos de dengue em Belo Horizonte com as variáveis logaritmizadas (figura B). Gráfico da série temporal estacionária (figura C) e a representação gráfica da função de auto correlação (FAC) e função de auto correlação parcial (FACP) (figura D).  
..... 46
- Figura 2 Gráfico da série temporal durante o período de 2010 a 2017 com previsão para o ano de 2018 (Figura A). Gráfico da série temporal do período de 2010 a 2018 com a previsão para o período de 2019, considerando o modelo SARIMA (2,1,0) (1,0,0) (Figura B). Os dados reais estão em vermelho e os valores estimados estão em azul..... 48
- Figura 3 Curva endêmica da taxa de incidência de dengue em Belo Horizonte, Minas Gerais, no período de 2010 a 2018..... 49

## Lista de Tabelas

### Artigo 1

Tabela 1	Associação entre idade e mortes por dengue em Belo Horizonte, 2010 – 2018, utilizando o teste de qui-quadrado.....	26
Tabela 2	Associação entre casos de dengue e raça em Belo Horizonte, 2010 – 2018.....	27
Tabela 3	Indicadores epidemiológicos de dengue em Belo Horizonte, segundo faixa etária e sexo, 2010 – 2018.....	29

### Artigo 2

Tabela 1	Resultados dos modelos encontrados para os casos de dengue em Belo Horizonte, 2010 a 2018, utilizando o modelo SARIMA (2,1,0) (1,0,0).....	48
----------	--	----

## **Lista de Abreviaturas e Siglas**

OMS	Organização Mundial de Saúde
OSUBH	Observatório de Saúde Urbana de Belo Horizonte
SINAN	Sistema de Informação de Agravos de Notificação
SMSA	Secretaria Municipal de Saúde de Belo Horizonte
SUS	Sistema Único de Saúde
UFMG	Universidade Federal de Minas Gerais

## Sumário

<b>1 Introdução.....</b>	<b>09</b>
<b>2 Revisão da Literatura.....</b>	<b>12</b>
<b>3 Artigos.....</b>	<b>18</b>
<b>3.1 Artigo 1.....</b>	<b>18</b>
<b>3.2 Artigo 2.....</b>	<b>38</b>
<b>4 Considerações Finais.....</b>	<b>56</b>
<b>Referências.....</b>	<b>57</b>
<b>Anexos .....</b>	<b>66</b>

## 1 Introdução

A dengue é uma doença reemergente, sua ocorrência é notificada em todas as regiões tropicais e subtropicais do planeta, se disseminou rapidamente pelas Américas nas últimas décadas. Em 2019, foram notificados mais de 1,5 milhão de casos prováveis de dengue no Brasil. A taxa de incidência da região sudeste é de 1.159,4 casos/ 100 mil habitantes (BRASIL, 2020). É a arbovirose mais prevalente no mundo, com cerca de 40% da população em risco (BARBOSA et. al., 2019).

O vírus da dengue possui quatro sorotipos (DENV1, DENV2, DENV3 e DENV4), a OMS (2019) classifica a doença em dengue e dengue grave de acordo com os sinais clínicos. As infecções por DENV causam vários sintomas, desde febre assintomática ou não complicada até doenças mais graves, principalmente após infecções secundárias pelo DENV heterotípico (CAMPOS et. al., 2019; BRASIL, 2017).

A transmissão da dengue ocorre através de vetores, o principal é o mosquito *Aedes aegypti*. (CARDOSO et. al., 2011), o qual está adaptado a ambientes urbanos onde encontra com mais facilidade criadouros, abrigo e alimento, ele apresenta um comportamento antropofílico, ou seja, alimenta-se preferencialmente de sangue humano (ALBUQUERQUE et. al., 2019). Esse vetor, presente na maior parte dos centros urbanos do país, também tem capacidade de transmitir outras arboviroses de relevância em saúde pública, como o vírus da chikungunya (família Togaviridae, gênero *Alphavirus*), zika (família Flaviviridae, gênero *Flavivirus*) e febre amarela (família Flaviviridae, gênero *Flavivirus*) (GÖERTZ et al., 2017). Desta forma o aumento de conglomerados urbanos, aumento na geração de resíduos associado a precariedade nos sistemas de saneamento básico e as mudanças climáticas são condições que favorecem a rápida proliferação e disseminação deste vetor (MORAES et. al., 2009; REY & LOUNIBOS, 2015).

O reaparecimento do vírus no Brasil ocorreu em 1982, desde então a dengue se tornou endêmica e um dos grandes problemas de saúde pública no país (FIOCRUZ, 2019). O país conta com um sistema de vigilância atento, o qual possui um sistema de notificação padronizado, implantado em todos os estados, gerando

um sistema de base de dados (NASCIMENTO et. al., 2017; COSTA et. al., 2018). No início de 2010 foi identificada a circulação dos quatro sorotipos do vírus da dengue, nos últimos dez anos o Brasil enfrentou grandes epidemias, aparecimento de casos graves e aumento no número de óbitos pela doença (FIOCRUZ, 2019). Em 2019 foram notificados 1.544.987 casos prováveis de dengue no país. Destacam-se os estados de Goiás, São Paulo e Minas Gerais que concentraram 67,9% dos casos prováveis do país (BRASIL, 2020). A primeira grande epidemia de dengue em Belo Horizonte foi relatada em 1998, nos últimos anos houveram três grandes epidemias 2010, 2013 e 2016. Apesar de inúmeros esforços a infestação e dispersão do *A. aegypti* ainda é alta no município (CORREA et. al., 2005; BELO HORIZONTE, 2019).

O comportamento desta enfermidade é sazonal, com maior aparecimento de casos nos primeiros cinco meses do ano, período mais quente e úmido, típico dos climas tropicais. Altos índices pluviométricos estão relacionados a maior disponibilidade de criadouros e facilitando o desenvolvimento do vetor, e o aumento dos casos de dengue (FERREIRA et. al., 2018; OLIVEIRA et. al., 2018).

O sistema de saúde possui diversas atribuições e muitas vezes trabalha com um número insuficiente de pessoas, o que impossibilita a realização de uma análise mais detalhada sobre determinado agravo. Portanto, estabelecer parcerias entre universidades e órgãos de vigilância é uma forma de analisar o perfil de uma doença que está surgindo ou já é endêmica e seus fatores de risco e assim construir políticas de controle e prevenção, elaborar alternativas de controle do vetor, implementar melhorias no atendimento primário para que casos graves sejam identificados e atendidos com rapidez, orientar população de risco para que procure atendimento médico logo e capacitar profissionais de saúde para que notifiquem todos os casos atendidos, mesmo que suspeitos, pois é através da alimentação e análise do sistema de dados que se identifica falhas e possibilita a busca por ferramentas.

A utilização de modelos matemáticos vem surgindo como uma alternativa para análise, monitoramento e prevenção de agravos, além de fornecer estimativas sobre o comportamento de uma determinada doença. Análises de séries temporais é um modelo disponível, uma ferramenta muito útil e amplamente utilizada por diversos autores ao redor do mundo para prever o comportamento da dengue (MARTINEZ et. al., 2011; BATISTA et. al., 2016). Assim, o objetivo desta dissertação foi analisar a taxa de incidência de dengue em Belo Horizonte, Minas Gerais no

período de 2010 a 2018 e realizar análises sobre os fatores de risco social para a ocorrência da doença. A taxa de incidência mensal também foi utilizada no intuito de construir um modelo temporal capaz de representar e prever a incidência de dengue nos anos subsequentes no município.

## 2 Revisão da Literatura

### 1.1 Arboviroses

As arboviroses são um conjunto de vírus que são transmitidos por artrópodes, geralmente mosquitos hematófagos. (DONALISIO et. al., 2017)

Existem casos em todo o mundo, a incidência vem aumentando nas últimas décadas em decorrência do crescimento associado a aproximação de centros urbanos as áreas florestais. Condições quentes e úmidas, geralmente em áreas tropicais, são fatores que favorecem a manutenção do arbovírus com potencial patogenicidade (FORSHEY et. al., 2010).

Entender a cadeia de transmissão dos arbovírus é de suma importância pois permite mensurar os impactos sobre a saúde humana e animal. Nesse sentido, destaca-se ainda que grande parte dos arbovírus endêmicos no Brasil ainda tem suas características epidemiológicas e geográficas desconhecidas (LOPES et. al., 2014).

Uma infecção por arbovírus pode desencadear diversas manifestações clínicas. São problemas de saúde pública que causam impacto na morbidade e mortalidade devido a extensas epidemias e dificuldade na prevenção e controle, devido a disseminação de vetores e pela capacidade de adaptação dos vírus a novos ambientes e hospedeiros, vertebrados e invertebrados, facilitando sua dispersão (DONALISIO et. al., 2017; SALVATELLA et. al., 1996). É necessário que o combate as arboviroses seja em conjunto com vários setores da sociedade, pois exige intervenção e monitoramento de várias áreas (DONALISIO et. al., 2017).

Estima-se que doenças causadas por vetores representam mais de 17% de todas as doenças infecciosas no mundo. A dengue é um exemplo de doença transmitida por vetor que vem apresentando uma elevada incidência nos últimos anos (EDEZMA et. al., 2018). Desde 1980, a existência e dispersão do vetor *Aedes aegypti* em várias áreas das Américas, tem causado frequentes e importantes epidemias de dengue em diferentes países como Bolívia, Brasil, Colômbia, Equador, Paraguai, Peru, Venezuela, México, toda a América Central, as Antilhas e os Estados Unidos, entre outros (FERREIRA et. al., 2018).

Recentemente, a pesquisa em saúde pública tem atuado no sentido de melhor compreender a cadeia epidemiológica das infecções pelos arbovírus, no sentido de quantificar seu impacto sobre a saúde humana e animal, além de elucidar seus determinantes ambientais e sociais (BOECKMANN et. al., 2014).

## 1.2 Dengue

A dengue é uma doença reemergente e sua ocorrência é notificada em todas as regiões tropicais e subtropicais do planeta. Considerada um problema de Saúde Pública em todo o mundo, dissemina-se facilmente pelas regiões tropicais e subtropicais, pois as condições socioambientais favorecem o desenvolvimento e a proliferação de seu principal vetor, o mosquito *A. aegypti* (BÖHM et al, 2016). Se distribuiu rapidamente pelas Américas nas últimas décadas, até 2015 já possuía mais de dois milhões de casos notificados, sendo 1,5 milhão só no Brasil, com 811 óbitos e taxa de incidência de 763 por 100 mil habitantes. É a arbovirose mais prevalente no mundo, com cerca de 40% da população em risco (BARBOSA et. al., 2019).

O aumento do número de notificações da dengue é preocupante, pois além de elevar o número de internações e mortes decorrentes da doença, tornando-se um grande problema de saúde, há também os problemas econômicos, pois, indivíduos doentes acabam abstendo-se ou mantendo-se fora do mercado de trabalho (BÖHM et. al., 2016). Não existe um consenso na literatura quanto relação da doença com determinantes socioeconômicos (ALMEIDA et al, 2009), porém condições precárias de moradia, falta de infraestrutura e saneamento básico, têm sido apontados como fatores que aumentam as taxas de incidência da doença (GUZMAN et al, 2010).

A dengue é doença infecciosa, febril, aguda e não contagiosa, com acometimento sistêmico, causada por um arbovírus da família Flaviviridae e do gênero *Flavivirus*, é uma doença negligenciada tropical, apontada como a doença de transmissão vetorial que mais cresce no mundo, causada por quatro sorotipos do vírus da dengue (DENV) (DENV-1, DENV- 2, DENV-3 e DENV-4) (ARAÚJO et. al., 2017).

A dengue é dividida em dois tipos: dengue (clássica e grave) de acordo com os sinais clínicos.

Dengue clássica (DC) – a primeira manifestação é a febre alta (39° a 40°C), de início abrupto, seguida de artralgia, cefaleia, mialgia, prostração, dor retroorbital,

náuseas, vômitos, prurido cutâneo. A idade do paciente influi no aparecimento de alguns aspectos clínicos. Desse modo, dor abdominal generalizada tem sido observada, mais frequentemente entre crianças, e manifestações hemorrágicas, como petéquias, epistaxe têm sido relatadas mais frequentemente entre adultos, ao fim do período febril. A doença tem duração de 5 a 7 dias, mas o período de convalescença pode ser acompanhado de grande debilidade física, e prolongar-se por várias semanas (BRASIL, 2019; OMS, 2019).

Dengue grave (DG) – os sintomas iniciais são semelhantes aos de DC, porém há um agravamento do quadro, geralmente entre o 3º ou 4º dia de evolução, com aparecimento de manifestações hemorrágicas e colapso circulatório. A positividade na prova do laço evidencia a fragilidade capilar. Outras manifestações hemorrágicas incluem equimoses, petéquias, epistaxe, hemorragia em diversos órgãos (gastrointestinal, intracraniana, etc.), pode ocorrer hemorragia espontânea nos locais de punção venosa. Nos casos graves de DG, o choque geralmente ocorre entre o 3º e 7º dias de doença, geralmente precedido por dor abdominal. O choque é decorrente do aumento de permeabilidade vascular, seguida de extravasamento plasmático (evidenciado por hemoconcentração, derrames cavitários e hipoalbuminemia) e falência circulatória. É de curta duração e pode levar ao óbito em 12 a 24 horas ou à recuperação rápida, após terapia antichoque apropriada. (BRASIL, 2019; OMS, 2019).

O comportamento desta enfermidade é sazonal, com maior aparecimento de casos nos primeiros cinco meses do ano, período mais quente e úmido, típico dos climas tropicais (VIANA et. al., 2013; COSTA et. al., 2016). O aumento da temperatura, variações na pluviosidade e na umidade relativa do ar favorecem o número de criadouros disponíveis e o desenvolvimento do vetor, estes fatores associados geram o aumento na incidência de casos de dengue (SILVA et. al., 2012; HINO et. al., 2010). Sabe-se que a relação vetor-clima é tão importante quanto a relação vetor-homem. Desta forma entender as variáveis climáticas é uma forma de aprimorar os conhecimentos sobre a sazonalidade e a predição de epidemias (ZARA et. al., 2016).

### **1.3 Contexto Histórico da Dengue**

A expansão geográfica da dengue no mundo começou em meados da década de 1950. Até o ano de 1970 menos de 10 países haviam relatado epidemias de

dengue. No momento, a dengue é considerada a doença vetorial que mais cresce no mundo, sendo endêmica em mais de 128 países, estima-se que cerca de 4 bilhões de pessoas vivem em áreas de risco para a dengue (ARAÚJO et. al., 2017; XAVIER et. al., 2017). Estudos recentes sugerem que por ano ocorrem 390 milhões de infecções causadas pelos vírus dengue, dos quais 96 milhões apresentam manifestações clínicas (GIOVANETTI et. al., 2019).

Essa expansão espacial ocorreu entre os anos de 1980 e 2010. Diversas mudanças no cenário mundial favoreceram a disseminação da doença, tais como: mudanças climáticas, aumento das cidades e a urbanização irregular, rotas turísticas e migração. O turismo e a migração desempenham um papel importante na propagação de doenças, pois os viajantes podem introduzir o vírus e os vetores com facilidade em locais onde ainda não havia relato (BETT et. al., 2019).

Em 1976 houve a reintrodução do vetor do vírus da dengue no Brasil. Desde então, a dengue se tornou uma doença endêmica, presente em todas as Unidades da Federação, distribuído por cerca de 4,523 municípios (NASCIMENTO et. al., 2017). Atualmente é uma doença de notificação compulsória, possui um sistema de vigilância estabelecido, o qual é capaz de identificar novas tendências e/ou mudanças no perfil epidemiológico do agravo. A base de dados é gerada através de fichas padronizadas utilizadas em todo o sistema de saúde do país (ZARA et. al., 2016).

Este sistema de vigilância identificou que desde o início da década de 2010 existe a circulação dos quatro sorotipos virais. Houve um aumento na frequência e amplitude das epidemias e conseqüentemente o aumento no número de casos graves e óbitos pela doença. Entre os anos de 2010 e 2016 foram cerca de seis milhões de casos da doença. Esse quadro de hiperendemicidade revelou os segmentos populacionais com maior vulnerabilidade de desenvolver casos graves de dengue, como crianças, idosos e gestantes (NASCIMENTO et. al., 2017; FERREIRA et. al., 2018).

#### **1.4 Vetor da Dengue**

O gênero *Aedes* possui duas espécies que se destacam na transmissão das arboviroses, sendo elas o *Aedes aegypti* e o *Aedes albopictus*. A transmissão do vírus ocorre pela picada de mosquitos fêmeas do gênero *Aedes*, sendo o *A. aegypti* o vetor primário (PIOVEZAN et. al., 2019).

O *A. albopictus* é originário da Ásia e possui capacidade de tolerar baixas temperaturas. Demonstra preferência por ambientes rurais, semi silvestres e silvestres, ou seja, prefere a ausência de artefatos humanos, alimentando-se de néctar e sangue de animais silvestres, reproduzindo-se em depósitos naturais (ZARA et al, 2016), por isso ele ainda não representa importância para a epidemiologia da dengue no Brasil.

O *A. aegypti* tem preferência por climas tropicais ou subtropicais. Foi introduzido no Brasil durante o período colonial e sua etologia favorece a sua ampla dispersão. Ambientes criados pelos humanos, intra e peridomicílio, facilitam o ciclo de vida do *Aedes aegypti*, dificilmente este vetor é encontrado em ambientes onde não há presença do homem (ZARA et al, 2016).

Esse vetor, também tem capacidade de transmitir outras arboviroses de relevância em saúde pública, como o vírus da chikungunya (família Togaviridae, gênero *Alphavirus*), zika (família Flaviviridae, gênero *Flavivirus*) e febre amarela (família Flaviviridae, gênero *Flavivirus*) (GÖERTZ et al., 2017).

Tanto os machos quanto as fêmeas de *Aedes aegypti* são portadores do vírus da dengue, porém a fêmea após a cópula torna-se hematófaga, para que ocorra o desenvolvimento completo dos ovos e sua maturação. (IOC, 2020).

A fêmea infectada com o vírus da dengue torna-se um vetor permanente da doença, e seus descendentes podem nascer infectados. Os ovos de *Aedes aegypti* são extremamente resistentes no ambiente, podendo permanecer inativos por até 492 dias (SILVA et. al., 2009), sem ter contato com a água. Os ovos do mosquito não são postos na água, são depositados milímetros acima de sua superfície. Quando chove, o nível da água nesses reservatórios sobe e entra em contato com os ovos que eclodem em pouco mais de 30 minutos. Em um período de cinco a sete dias, a larva passa por quatro fases até dar origem a um novo mosquito. Uma fêmea pode dar origem a 1.500 mosquitos durante a vida (SILVA et. al., 2012; HINO et. al., 2010).

Geralmente, preferem criadouros artificiais, ou seja, aqueles abandonados a céu aberto, com depósito de água da chuva, ou aqueles que são utilizados para o armazenameto de água, como caixas d'água. A existência desde criadouros, perto do ambiente humano colabora para a rápida proliferação da espécie pois associa fontes ideais de reprodução e alimentação (CONSOLI et. al., 1994). Estudos mostram que o vetor pode se desenvolver em água poluídas, mas com menos

eficiência, desta forma locais com saneamento básico precário podem ser criadouros de mosquitos, dificultando seu controle (BESERRA et. al., 2010).

A OMS recomenda que o controle do vetor seja feito de forma integrado, visando uma maior eficiência, eles são classificados de três formas: Controle biológico com a utilização de bactérias do gênero *Wolbachia* está sendo considerada uma alternativa ao combate do *Aedes aegypti*, mesmo com algumas limitações a sua utilização não oferece riscos à saúde humana nem ao meio ambiente (DUTRA et al., 2016). Manejo ambiental ou controle mecânicos que visa eliminar possíveis criadouros e destruição de focos; Controle químico com uso de inseticidas de origem orgânica ou inorgânica (BRAGA et. al., 2007).

O controle químico é o tema central de diversas discussões devido a sua efetividade. Seu uso contínuo ou errado ocasiona o aparecimento de populações resistentes, provando falhas no controle de vetores e ocasionando a re-emergência de doenças transmitidas por vetores. É importante que as pessoas que utilizam inseticidas para o controle sejam treinadas e saibam quando, de que forma e qual quantidade é suficiente para aquele reservatório, melhorando assim a eficiência do inseticida.

### **3 Artigos**

#### **3.1 Artigo 1**

**Fatores de risco associados ao óbito por dengue em Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil, entre 2010 e 2018.**

Bianca Conrad Bohm<sup>1</sup>; Maria Helena Franco de Moraes<sup>2</sup>; Fábio Raphael Pascoti Bruhn<sup>3</sup>.

Submetido à revista Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia

**Fatores de risco associados a mortes por dengue em Belo Horizonte, Minas Gerais,  
Brasil, entre 2010 e 2018.**

**Risk factors associated with dengue deaths in Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil,  
between 2010 and 2018.**

BOHM, Bianca Conrad; Franco<sup>1</sup>, MORAES, Maria Helena Franco de<sup>2</sup>; BRUHN, Fábio Raphael Pascoti<sup>3</sup>.

<sup>1</sup> Mestranda no Programa de Pós Graduação em Veterinária da Universidade Federal de Pelotas;

<sup>2</sup> Secretaria Municipal de Saúde de Belo Horizonte, Minas Gerais;

<sup>3</sup> Universidade Federal de Pelotas, Departamento de Veterinária Preventiva, Centro de Controle de Zoonoses, Capão do Leão, Rio Grande do Sul, Brasil.

### **Resumo**

A dengue é uma doença viral transmitida pelo mosquito *Aedes aegypti* e é endêmica no município de Belo Horizonte (BH). O objetivo deste estudo foi avaliar a distribuição dos casos e óbitos por dengue e dengue grave e seus determinantes sociais em Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil, entre 2010 e 2018. As variáveis sexo, idade e cor da pele foram utilizadas para realizar a análise de associações através do teste de qui-quadrado. Durante o período do estudo, houve 324.044 casos de dengue e 1.334 casos de dengue grave em Belo Horizonte, MG, com 88 óbitos. No período o município enfrentou três epidemias. Na análise dos fatores de risco verificou-se que pessoas caracterizadas como pretas apresentaram maior letalidade (6.863 casos; 4,3%), seguido pela branca (36.469 casos; 2,6%). Além disso, verificou-se que a idade avançada e o sexo masculino também foram fatores de risco por morte por dengue em Belo Horizonte. Estes resultados contribuem para que os serviços de saúde possam organizar políticas de controle e prevenção deste agravo.

**Palavras chave:** *Aedes Aegypti*, mosquito, vetor, políticas de saúde, sistema de informação.

### **Abstrat**

Dengue is a viral disease transmitted by the *Aedes aegypti* mosquito and is endemic in Belo Horizonte. The aim of this study was to assess the distribution of cases and deaths from dengue and severe dengue and their social determinants in Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil, between 2010 and 2018. The variables sex, age and skin color were used to perform the analysis associations through the chi-square test. During the study period, there were 324,044 cases of dengue and 1,334 cases of severe dengue in Belo Horizonte, MG, with 88 deaths. During the period the municipality faced three epidemics. In the analysis of risk factors, it was found that people characterized as black had higher lethality (6,863 cases; 4.3%), followed by white (36,469 cases; 2.6%). In addition, it was found that old age and male gender were also risk factors for dengue death in Belo Horizonte. These results help health services to organize policies to control and prevent this disease.

**Keywords:** *Aedes Aegypti*, mosquito, vector, health policies,

## **Introdução**

Estima-se que doenças causadas por vetores representam mais de 17% de todas as doenças infecciosas no mundo. Países com clima tropical ou subtropical são os que mais contabilizaram casos de arboviroses nos últimos anos (OMS, 2019). Dentre as arboviroses podemos citar a Dengue, Chikungunya e Zika, sendo que a dengue é a que apresenta a maior prevalência. Dados do Ministério da Saúde evidenciam que no Brasil houve um aumento de 149% nos casos de dengue no ano de 2019 (Mota et al., 2012; Brasil, 2019).

O vírus da dengue possui quatro sorotipos (DENV1, DENV2, DENV3 e DENV4), a OMS classifica a doença em dengue e dengue grave de acordo com os sinais clínicos. As infecções por DENV causam vários sintomas, desde febre assintomática ou não complicada até sintomas mais graves com o aparecimento de hemorragias, principalmente após infecções secundárias pelo DENV heterotípico (Campos et al., 2019; Brasil, 2017).

A transmissão da dengue ocorre através de vetores, o principal é o mosquito *Aedes aegypti*, o qual está adaptado a ambientes urbanos pois encontra com mais facilidade criadouros, abrigo e alimento, ele apresenta um comportamento antropofílico, ou seja,

alimenta-se preferencialmente de sangue humano. Desta forma o aumento de conglomerados urbanos, aumento na geração de resíduos associado a precariedade nos sistemas de saneamento básico e as mudanças climáticas são condições que favorecem a rápida proliferação e disseminação deste vetor (Cardoso et al., 2011; Albuquerque et al., 2019; Moraes et al., 2009).

O reaparecimento do vírus no Brasil ocorreu em 1982, desde então a dengue se tornou endêmica e um dos grandes problemas de saúde pública no país (Fiocruz, 2019). O país conta com um sistema de vigilância atento, o qual possui um sistema de notificação padronizado, implantado em todos os estados, gerando um sistema de base de dados (Nascimento et al., 2017; Costa et al., 2018). No início de 2010 foi identificada a circulação dos quatro sorotipos do vírus da dengue, nos últimos dez anos o Brasil enfrentou grandes epidemias, aumento na notificação de casos graves e no número de óbitos pela doença (Fiocruz, 2019). Em 2019 foram notificados 1.544.987 casos prováveis de dengue no país. Destacam-se os estados de Goiás, São Paulo e Minas Gerais que concentraram 67,9% dos casos prováveis do país (Brasil, 2020). A primeira grande epidemia de dengue em Belo Horizonte foi relatada em 1998, nos últimos anos houveram três grandes epidemias 2010, 2013 e 2016. Apesar de inúmeros esforços a infestação e dispersão do *A. aegypti* ainda é alta na cidade (Corrêa et al., 2005; Belo Horizonte, 2019).

O Brasil é um país com uma área territorial extensa. São 27 unidades federativas, cada uma com suas peculiaridades e necessidades o que torna escasso os recursos disponíveis, enquanto algumas áreas são contempladas com investimentos, outras acabam recebendo menos recursos. O Brasil conta com um Serviço Único de Saúde (SUS), o qual é gratuito e é responsável pelas políticas de saúde do país. Este sistema foi implantado há mais de 30 anos, com a proposta de que todo cidadão tivesse acesso aos serviços de saúde, mas atualmente, a distribuição do serviço ainda não é realizada de forma homogênea (Duarte et al., 2018). Em

1980 o país investia 75% dos gastos com a saúde, em 2005 esse percentual estava em 49%, essa diminuição nos recursos gera falhas nas políticas de saúde e dificulta o acesso da população ao serviço de saúde (Figueiredo et al., 2018; Cremese, 2019).

Estudos que avaliam os fatores de risco de determinadas doenças são de grande importância no Brasil pois mostram pontualmente qual a população mais afetada pelo agravo. Identificar qual a faixa etária, sexo, raça, qual o nível de escolaridade e/ou condição socioeconômica é uma forma de otimizar os recursos disponíveis e elaborar estratégias de controle, diminuindo as desigualdades relacionadas à saúde e proporcionando um aumento no desenvolvimento do país. Assim, este estudo tem como objetivo avaliar a distribuição de casos e seus determinantes associados aos óbitos por dengue em Belo Horizonte, MG, entre 2010 e 2018 e encontrar fatores de risco associados a ocorrência do agravo.

## **Material e métodos**

Um estudo retrospectivo observacional foi conduzido analisando dados referentes ao número de casos confirmados de dengue no período de 2010 a 2018, em Belo Horizonte, MG, Brasil.

### **Local de estudo**

A cidade de Belo Horizonte é a capital do estado de Minas Gerais e fica situada no Sudeste brasileiro. Sua população estimada é de 2.513.451 habitantes, possui uma área de 331,4 quilômetros quadrados, com densidade populacional de 7.615,53 habitantes/quilômetros quadrados. Possui altitude média de 900 metros, latitude de 19,9°S e longitude de 43,9°W. Seu clima é tropical com temperatura média anual em torno de 21° graus centígrados e índices pluviométricos superiores a 1.300 mm anuais (IBGE, 2019, IMET, 2020).

### **Coleta de dados**

Informações sobre os casos de dengue foram obtidas das bases de dados do Observatório de Saúde Urbana de Belo Horizonte/UFMG (OSUBH) e a Secretaria Municipal de Saúde de Belo Horizonte (SMSA/BH). Foram coletados, dados relativos à idade, sexo, educação, cor da pele, classificação de dengue e óbito estes dados foram obtidos através do Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN).

O SINAN é um sistema de notificação de agravos de notificação, onde ficam as informações dos pacientes atendidos em centros de saúde de saúde pública. Através deste sistema é possível investigar casos de doenças e lesões listadas na lista nacional de doenças de notificação obrigatória. Assim, as bases de dados utilizadas no presente estudo são aquelas relacionados à ocorrência de dengue, com base nos dados gerados pelo SINAN e compreendem os e ações de vigilância ativa realizadas dentro o escopo do Programa Nacional de Controle da dengue no município, que tem por objetivo padronizar as ações de controle do agravo (Belo Horizonte, 2019). Os casos incluídos neste artigo foram confirmados por critérios clínico epidemiológicos ou laboratoriais.

### **Análise estatística**

Foram realizadas análises descritivas de todas as variáveis selecionadas nos bancos de dados. Foi caracterizado a morbidade, mortalidade e letalidade de dengue (dengue clássica + dengue grave) em Belo Horizonte por meio dos seguintes indicadores: (i) taxa de incidência (TI), (ii) mortalidade (TM) e (iii) taxa de letalidade (TL).

$$(i) TI = (\text{casos de dengue} / \text{população}) \times 100$$

$$(ii) TM = (\text{mortes por dengue} / \text{população}) \times 100\ 000$$

$$(iii) TL = (\text{mortes por dengue} / \text{casos de dengue}) \times 10\ 000$$

Para as análises em que foram considerados somente os casos de dengue clássica considerou-se uma TI a cada 100 habitantes, TM a cada 10 000 habitantes e TL a cada 10 000

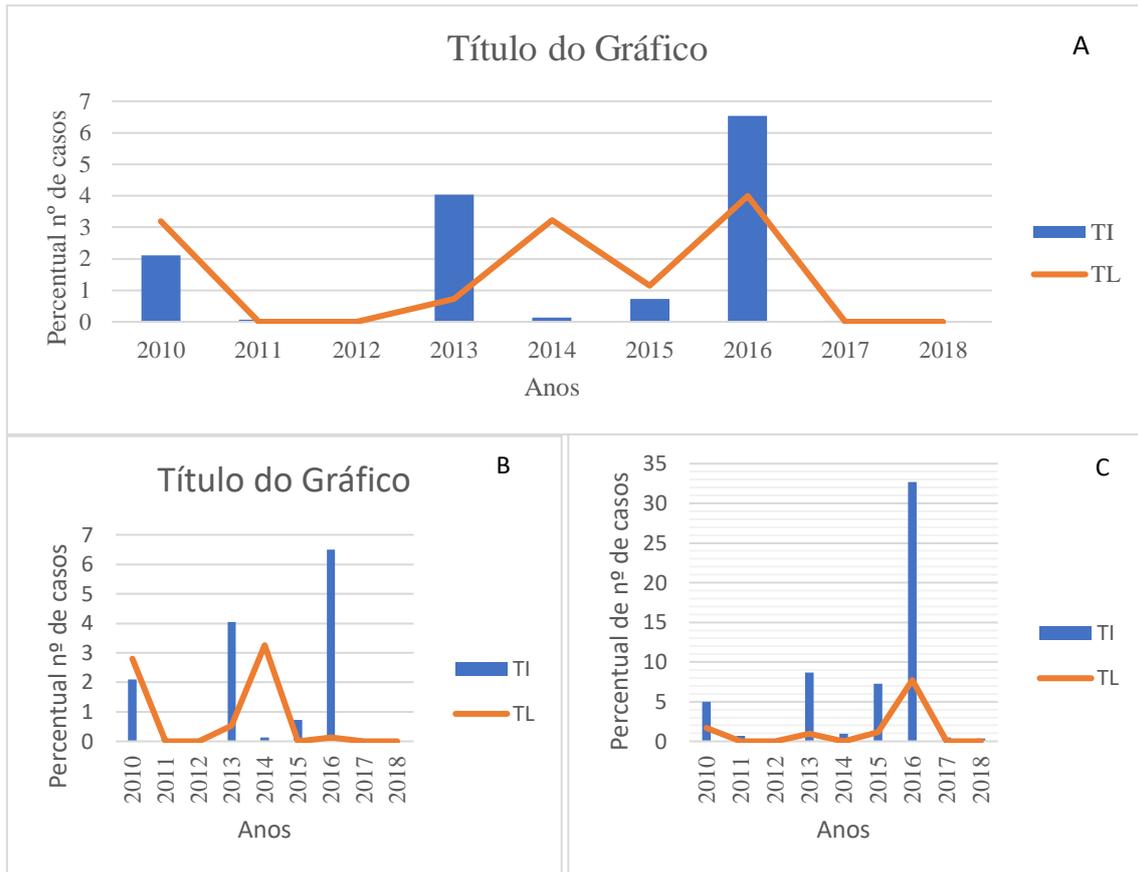
habitantes. Para as análises que foram considerados somente os casos classificados como dengue grave utilizou-se uma TI a cada 100 000 habitantes, TM a cada 100 000 habitantes e TL a cada 100 habitantes.

Análise estatística descritiva bivariada dos indicadores acima e determinantes sociais como idade, sexo, escolaridade e cor da pele foram avaliadas através do teste de qui-quadrado ( $\chi^2$ ) ou exato de Fisher, o último quando havia menos de cinco observações em pelo menos uma célula na tabela de contingência de teste. As variáveis utilizadas nessas análises foram as disponíveis no sistema de informação a partir do qual os dados analisados neste estudo foram originados. A categorização das idades foi realizada em intervalos de 5 e 10 anos, seguindo o método de padronização utilizado no censo do IBGE de 2010 (Bruhn et al., 2018).

Para as variáveis associadas a um nível mínimo de confiança de 95% ( $P < 0,05$ ) pelos testes qui-quadrado ou exato de Fisher, foi calculado o risco (risco relativo - RR) e seu intervalo de confiança a 95% (IC.95%). Todas as análises estatísticas foram realizadas usando o programa estatístico SPSS 20.0.

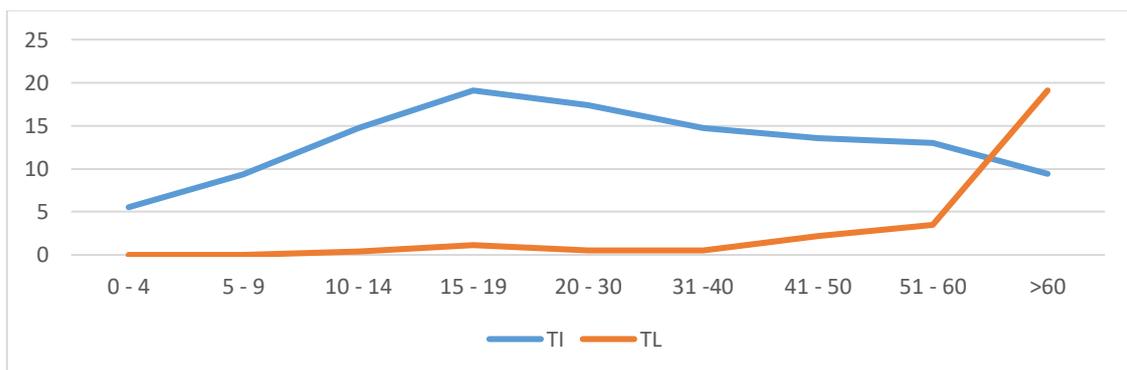
## **Resultados**

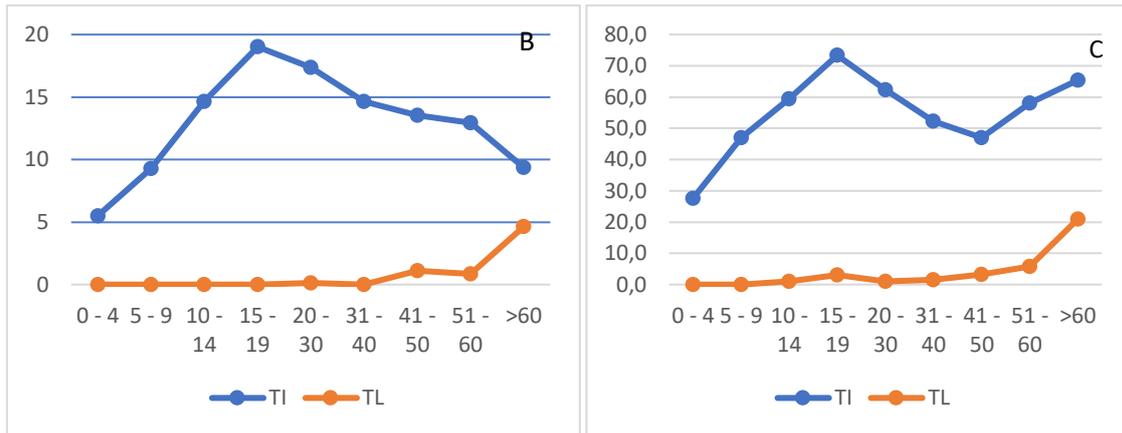
Entre 2010 e 2018, houve 324.044 casos de dengue e 1.334 casos de dengue grave em Belo Horizonte, MG, com 88 óbitos (TI média anual = 1,52 casos/100 habitantes; TM média anual = 0,41 óbitos / 100 000 habitantes; média anual de TL = 1,36/ 10 000 habitantes). Em 2010, 2013 e 2016 foram observados picos na TI, seguido por um declínio a partir de 2017. A TL apresentou oscilações ao longo dos anos avaliados, sendo que o maior pico foi observado em 2016 (4%). Nesse mesmo ano, as maiores TM foram observadas (2,61 casos / 100.000 habitantes) (fig.1).



**Figura. 1.** Indicadores epidemiológicos total dos casos de dengue (dengue + dengue grave), (TI x 100, TM x 100.000 e TL x 10.000) (fig. A), dengue (TI x 100, TM x 10.000 e TL x 10.000) (fig. B.) e de dengue grave (TI x 100.000, TM x 100.000 e TL x 100) (fig C), em Belo Horizonte, no período de 2010 a 2018.

Em relação a distribuição dos indicadores epidemiológicos em função da idade, observou-se a TI foi maior entre os jovens e a TL foi mais alta em idosos (figura 2). Após a aplicação do teste do  $\chi^2$ , esse achado foi confirmado, ou seja, o risco de o morrer de dengue aumentou com o avançar da idade (Tabela 1).





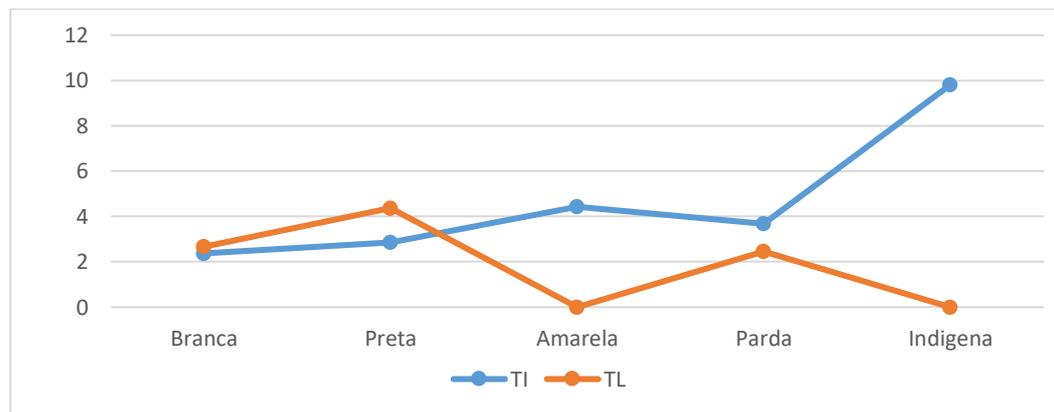
**Figura 2.** Taxas epidemiológicas com médias anuais do total de casos de dengue (TI x 100, TM x 100.000 e TL x 10.000) (fig. A), dengue (TI x 100, TM x 10.000 e TL x 10.000) (fig. B.) e de dengue grave (TI x 100.000, TM x 100.000 e TL x 100) (fig. C) em Belo Horizonte, segundo faixas etárias, 2010-2018.

**Tabela 1.** Associação entre idade e mortes por dengue em Belo Horizonte, 2010 – 2018, utilizando o teste de Qui – quadrado.

Idade (anos)	Mortes por Dengue		Valor de p	Risco relativo (95% CI)
	Não	Sim		
1 – 4	5954	0		
5 – 12	21449	1	0,783	
13 – 19	36377	4	0,545	
20 – 39	103247	6	0,714	
40 - 59	65435	23	0,135	
> 60	24882	54	0,000	1.002 (1.002 – 1.003)
5 – 12	21449	1		
13 – 19	36377	4	0,389	
20 – 39	103247	6	0,655	
40 - 59	65435	23	0,010	7,539 (1,015 - 55,829)
> 60	24882	54	0,000	46,550 (6,439 – 333,51)
13 – 19	36377	4		
20 – 39	103247	6	0,249	
40 - 59	65435	23	0,015	3,197 (1,105 – 9,244)
> 60	24882	54	0,000	19,737 (7,147 – 54,502)
20 – 39	103247	6		
40 - 59	65435	23	0,000	6,048 (2,463 – 14,855)
> 60	24882	54	0,000	37,345 (16,065 – 86,813)
40 – 59	65435	23		
> 60	24882	54	0,000	6,163 (3,784 – 10,038)

Nesse estudo, foi verificado que a maior TL ocorreu entre indivíduos caracterizados como negros (4,3%), seguido por branco (2,6%) e parda (2,4%); enquanto a TI foi maior em

indivíduos indígenas (9,8%) (figura 3). É importante notar que na maioria dos casos (25.431; 78,2%), a informação sobre a cor da pele estava ausente no sistema de informação. Quando a cor da pele foi relatada, não houve diferença estatística significativa ( $p>0,05$ ) entre cor da pele e a ocorrência de óbitos para dengue (tabela 2), mas encontrou-se diferença estatística para a dengue grave, pessoas de cor amarela possuem um risco maior de apresentarem a forma mais grave da doença ( $p=0,003$ ).



**Figura 3.** Taxas epidemiológicas com médias anuais de dengue em Belo Horizonte, segundo a cor de pele declarada nas fichas de notificação, 2010-2018.

**Tabela 2.** Associação entre casos de dengue e raça em Belo Horizonte, 2010 – 2018.

Raça	Casos		Valor de p	Risco Relativo (95% CI)
	Dengue	Dengue grave		
Branca	26083	196		
Preta	6816	47	0,332	
Amarela	1097	18	0,003	2,184 (1,342 – 3,552)
Parda	36226	243	0,129	
Indígena	338	1	0,282	
Preta	6816	47		
Amarela	1097	18	0,003	2,380 (1,377 – 4,112)
Parda	36226	243	0,456	
Indígena	338	1	0,332	
Amarela	1097	18		
Parda	36226	243	0,001	0,0409 (0,0252 – 0,662)
Indígena	338	1	0,043	0,180 (0,024 – 1,356)
Parda	36226	243		
Indígena	338	1	0,341	

Com relação à escolaridade, dentre os 325.378 casos de dengue descritos no sistema, em 71.126 (21,9%) a escolaridade foi caracterizada como ignorado (desconhecido) e faltam informações para 64% dos casos. Entre os casos cuja educação foi caracterizada (n =45.960; 14,1%), a distribuição dos casos de dengue foi semelhante entre as categorias de anos de estudo ( $P>0,05$ ). Apesar disso, foi observado que pessoas com ensino fundamental incompleto apresentaram o maior número de casos (n= 10.703; 3,3%), seguido por pessoas com ensino médio incompleto (n= 6347; 2%).

Ao avaliar a morbimortalidade das taxas de dengue entre diferentes faixas etárias e entre os dois sexos (Tabela 3), verificou-se que houve mais casos de dengue no sexo feminino (57,74%) em relação ao masculino, porém observou-se que a TL foi maior entre indivíduos do sexo masculino. Após a aplicação do teste de associação de qui-quadrado, verificou-se que indivíduos do sexo masculino apresentaram um risco maior de morrer por dengue grave ( $P = 0,014$ , RR = 1,63, IC 95% = 1,07– 2,48). Também, observou-se que a TI foi maior na faixa etária de jovens de 15 a 19 anos, seguida de adultos de 20 a 30 anos, para ambos os sexos. A TL aumentou entre mulheres e homens, acima de 60 anos.

**Tabela.3:** Indicadores epidemiológicos de dengue em Belo Horizonte, segundo faixa etária e sexo, 2010 – 2018.  
a População de acordo com o censo do IBGE de 2010

Idade	Casos dengue		Mortes		Pop <sup>a</sup>		TI <sup>b</sup>		TM <sup>b</sup>		TL <sup>b</sup>	
	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M
1-4	3746	3656	0	0	66.522	67.689	7,0	6,8	0	0,0	0	0
5 – 9	6634	6893	0	0	71.221	73.647	11,6	11,7	0	0,0	0	0
10 – 14	12187	12985	0	1	85.153	86.338	17,8	18,8	0	0,1	0	0,1
15 – 19	18558	16257	3	1	91.815	90.895	25,2	22,4	0,4	0,1	0,2	0,1
20 – 30	44162	33960	2	2	232.593	216.947	23,7	19,6	0,1	0,1	0,1	0,1
31 - 40	34368	23211	2	1	206.008	186.635	20,8	15,5	0,1	0,1	0,1	0,1
41 – 50	27945	17312	4	5	180.419	153.830	19,3	14,1	0,3	0,4	0,2	0,4
51 – 60	22031	12550	7	6	148.479	118.388	18,5	13,3	0,6	0,6	0,4	0,6
> 60	17800	10394	2	3	180.428	119.144	12,3	10,9	1,5	3,4	1,5	3,8
			2	2								
Total	18743	13721	4	4	126263	111351	17,4	14,7	0,3	0,5	0,2	0,5
	1	8	0	8	8	3	1	7	4	4	7	7

a População de acordo com o censo do IBGE de 2010

b Média de valores de TI, TM e TL

(i) TI = (casos de dengue /população) × 100

(ii) TM = (mortes por dengue/população) × 100 000

(iii) TL = (mortes por dengue/ casos de dengue) × 10 000

## Discussão

No presente estudo foi observado que a incidência foi maior na população de 15 a 30 anos, faixa etária que representa a população em idade ativa (IBGE, 2020), ou seja, pessoas que trabalham e/ou estudam, o que acarreta em perdas de dias produtivos, além de sobrecarregar o sistema de saúde. De acordo com Teich et al, 2017, as arboviroses afetam diretamente a economia, seja através das perdas produtivas ou pelo impacto clínico. Há estimativa de que os gastos com despesas médicas em Minas Gerais no ano de 2016 tenha sido de R\$ 60.169.115, já os custos indiretos como perda de produtividade e afastamento do trabalho somaram mais de 100 milhões de reais. Estima-se que o total de gastos com a dengue

no Brasil em 2016 foi de 2,3 bilhões, impactando diretamente a distribuição de recursos para a saúde, o alto custo relacionado as despesas com a dengue geram o subfinanciamento de outras áreas da saúde. A cada ano o Brasil diminui seus investimentos na área, prejudicando a oferta integral de saúde a população (Teich et al., 2017, Cremese, 2019).

A taxa de letalidade foi maior em pessoas com mais de 60 anos ( $p < 0,05$ ) (tabela 3). Este dado mostra que pessoas idosas apresentam um risco maior de morrer de dengue em comparação as outras faixas etárias. Este resultado pode ser associado ao fato de que muitas vezes pessoas idosas vivem sozinhas, possuem outras comorbidades e seu sistema imune não consegue responder de forma adequada ao agravo. Outro ponto que agrava a situação é o fato de que muitas vezes elas só procuram ou conseguem um atendimento médico quando já existe um comprometimento sistêmico o que dificulta o diagnóstico e o controle da doença (Araújo et al., 2017, Amâncio et al., 2014).

De acordo com o IBGE em 2017 a população do Brasil era composta por cerca de 28 milhões de idosos (13,5%) e a estimativa é de que até 2042 esse número dobre, chegando ao 58 milhões de idosos (24,5%). Os resultados deste estudo mostram que é necessário investimentos na rede de atenção básica para melhorar o acesso da população contida nesta faixa etária ao serviço de saúde, pois, muitas vezes estas pessoas encontram-se acamadas e sem recursos para chegar à unidade de atendimento. Desta forma é importante que a atenção primária esteja atenta a situação da saúde dos idosos situados na sua área de abrangência, e faça o acompanhamento dos casos suspeitos, evitando a evolução da doença.

Ao analisar o número de casos da doença de acordo com o sexo, as mulheres apresentaram o maior número de casos do que os homens, este desfecho também foi relatado por Ferreira (et al., 2018) e Scandar (et al., 2010). Ainda não se sabe o porquê de se ter mais casos em mulheres, já que a doença é causada por um vetor alado e não teria preferência por sexo. Alguns estudos explicam este achado ao fato de as mulheres terem mais cuidado com a

saúde do que os homens e procurarem atendimento médico logo no início dos sintomas, isso explicaria o fato de que neste estudo a maior mortalidade por dengue foi em pessoas do sexo masculino (Cavalcante et al., 2011).

Indígenas apresentaram uma maior TI de dengue ( $p < 0,05$ ) (tabela 2) porém ao analisar a associação entre cor da pele e risco de morte por dengue não foi encontrada diferenças significativas entre as classes.

De acordo com o IBGE a região de Minas Gerais é um dos centros de concentração indígena no país. A escassez de dados demográficos e epidemiológicos relacionados ao povo indígena é um problema na construção de indicadores de saúde. Existe apenas um inquérito de saúde realizado com povos indígenas de abrangência nacional (Inquérito Nacional de Saúde dos Povos Indígenas), o qual aponta um crescimento nas doenças crônicas não transmissíveis, altas taxas de epidemia além de precárias condições sanitárias o que favorece a disseminação do vetor *A. Aegypti* e a transmissão do vírus da dengue nesta população. A comunidade indígena presente nos centros urbanos geralmente vive em situação marginalizada e em situação de vulnerabilidade, dificultando seu acesso ao sistema de saúde (Araújo et al., 2009; Mendes et al., 2018).

Há 30 anos o Brasil possui um Sistema de Saúde que tem como finalidade atender a todos sem distinção de faixa etária, sexo, raça ou condição social. Porém, estudos evidenciam que ainda hoje o Brasil é um país de desigualdades, infelizmente, a raça ainda é um determinante socioeconômico de doenças, especialmente as infecciosas. No presente estudo, foi observado que pessoas da raça negra apresentaram a maior taxa de letalidade de dengue (Romero et al., 2019). Nahas (et al., 2019), avaliaram o acesso ao abastecimento de água e esgoto sanitário em Minas Gerais e identificaram que domicílios onde o chefe era de cor branca apresentavam uma chance de 32% de ter acesso adequado ao abastecimento de água e 39% em ter acesso ao serviço de saneamento básico quando comparados aos chefes de

domicílios declarados como não brancos. Apesar de ser um tema pouco explorado, pesquisas mostram que as condições de saúde da população negra ainda são precárias, o que eleva o risco de doenças e aumenta a mortalidade (Dias et al., 2010). A raça/cor da pele é um marcador de desigualdades sociais tem se tornado comum a utilização dessas variáveis como preditoras em desfechos de doenças (Malta et al., 2017).

Problemas na qualidade da informação presente nas fichas de notificação é outro empecilho na geração de dados e elaboração de políticas públicas (Araújo et al., 2009). O grande número de campos não preenchidos nas fichas de notificação dificulta a análise real dos fatores de risco, principalmente nos campos relacionados a cor da pele e escolaridade.

A notificação de casos suspeitos deve ser realizada sempre, pois desta forma a vigilância obtém uma estimativa confiável do número de pessoas afetadas pela doença e assim estabelecer políticas de controle efetivas. É de suma importância sensibilizar profissionais da área da saúde a preencherem de forma completa as fichas de notificação, pois é através dela que o sistema de vigilância acompanha o comportamento da doença e pode identificar pontos com maior concentração de casos e assim implementar políticas de controle pontuais (Lima-Camara et al., 2016).

Utilizar dados secundários dos sistemas de vigilâncias acarreta trabalhar com inúmeras limitações, a existência de registros incompletos e a subnotificação de casos são fatores que comprometem a análise (Barbosa et al., 2015; Campos et al., 2019). Estima-se que cerca de 70% dos casos de dengue sejam com sintomatologia branda ou assintomáticos, desta forma, muitas pessoas não procuram os serviços de saúde ocasionando um grande número de subnotificações e dificultando a identificação da situação da doença (Araújo et al., 2009; Stanaway et al., 2016).

A dengue é um sério problema de saúde em Belo Horizonte, identificar os principais fatores de risco para a doença é uma forma auxiliar o sistema de saúde do município na

elaboração de políticas de controle específicas para a população mais vulnerável a doença. Neste estudo a análise dos dados mostrou que a letalidade da doença foi maior em homens, idosos e negros, já a taxa de incidência predominou em mulheres, pessoas na faixa etária de 20 a 40 anos e indígenas.

A falha no preenchimento prejudica a realização da pesquisa na sua totalidade e impossibilita identificar de forma concreta os fatores de risco, outra barreira é o alto número de casos subnotificados, seja pela manifestação branda da doença, ou por não procurarem atendimento médico. Apesar das limitações o estudo teve êxito na identificação dos fatores de risco, podendo contribuir com os órgãos de saúde de Belo Horizonte na construção de melhorias nas políticas de controle e prevenção do agravo.

#### Agradecimentos

*O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001*

#### Referências

- OMS, Dengue. Disponível em: [https://www.paho.org/bra/index.php?option=com\\_content&view=article&id=5963:folha-informativa-dengue-e-dengue-grave&Itemid=812](https://www.paho.org/bra/index.php?option=com_content&view=article&id=5963:folha-informativa-dengue-e-dengue-grave&Itemid=812) Acesso 29/12/2019.
- Mota, AKMda, Miranda Filho, AL, Saraceni, V, Koifman, S. (2012). Mortalidade materna e incidência de dengue na Região Sudeste do Brasil: estudo ecológico no período 2001-2005. *Cad de Saúde Pública* 2012; 28(6): 1057-1066. <https://dx.doi.org/10.1590/S0102-311X2012000600005>
- Brasil. Ministério da Saúde. *Dengue: sintomas, causas, tratamentos e prevenção*. [ Acessado em 15 dez 2019] Disponível em: <http://www.saude.gov.br/saude-de-a-z/dengue>.
- Campos NBD, Morais MHF, Ceolin APR, Cunha MdaCM, Nicolino RR, Schultes OL, Friche AAdeL, Caiaffa WT. Twenty-Two years of dengue fever (1996-2017): na epidemiological study in a Brazilian city, *International Journal of Environmental Health* 2019 Research, DOI: [10.1080/09603123.2019.1656801](https://doi.org/10.1080/09603123.2019.1656801)

Brasil. 2017. Ministério da Saúde. *Guia de vigilância em saúde*. In: 1ª edição. Vol. 2. Brasília: Ministério de Saúde; p. 222

Cardoso IM, Cabidelle AdeSA, Borges PdeCL, Lang CF, Calenti FG, Nogueira Lde O, Falqueto A, Cerutti Junior C. Dengue: clinical forms and risk groups in a high incidence city in the southeastern region of Brazil. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical* 2011; 44(4), 430-435. Epub July 22, 2011. <https://dx.doi.org/10.1590/S0037-86822011005000044>.

Albuquerque A, Oliveira CFde, Santos E, Melo-Santos MA. *Mosquitos bases da vigilância e controle*. - Recife: Instituto Aggeu Magalhães, 2019. 97 p.

Moraes GH, Duarte EC. Análise da concordância dos dados de mortalidade por dengue em dois sistemas nacionais de informação em saúde, Brasil, 2000-2005. *Cadernos de Saúde Pública* 2009; 25(11): 2354-2364. <https://dx.doi.org/10.1590/S0102-311X2009001100006>

Fiocruz. *Dengue*. [Acessado em 10 de dez 2019] Disponível em <<http://www.cpqrr.fiocruz.br/pg/dengue/>>

Nascimento LBdo, Siqueira CM, Coelho GE, Siqueira Júnior JB. Dengue em gestantes: caracterização dos casos no Brasil, 2007-2015. *Epidemiologia e Serviços de Saúde* 2017; 26(3); 433-442. <https://dx.doi.org/10.5123/s1679-49742017000300002>

Costa SDSB, Branco MDRFC, Aquino Junior J, Rodrigues ZMR, Queiroz RCS, Araujo AS, Câmara APB, Santos PSD, Pereira EDA, Silva MDSD, Costa FRVD, Santos AVDD, Medeiros MNL, Alcântara Júnior JO, Vasconcelos VV, Santos AMD, Silva AAMD. Spatial analysis of probable cases of dengue fever, chikungunya fever and zika virus infections in Maranhao State, Brazil. *Rev Inst Med Trop Sao Paulo*. 2018; 25(60)

Brasil. Ministério da Saúde. *Monitoramento dos casos de arboviroses urbanas transmitidas pelo Aedes (dengue, chikungunya e zika)*, Semanas Epidemiológicas 01 a 52. Boletim Epidemiológico. Brasília. v.51, 2020.

Corrêa PRL, França E, Bogutchi, TF. Infestação pelo *Aedes aegypti* e ocorrência da dengue em Belo Horizonte, Minas Gerais. *Revista de Saúde Pública* 2005; 39(1); 33-40. <https://dx.doi.org/10.1590/S0034-89102005000100005>

Belo Horizonte. Secretaria Municipal de Saúde. *Dengue*. Disponível em < <https://prefeitura.pbh.gov.br/saude/informacoes/vigilancia/vigilancia-epidemiologica/doencas-transmissiveis/dengue>> Acesso em 10/11/2019

Duarte E, Eble LJ, Garcia LP. 30 anos do Sistema Único de Saúde. *Epidemiologia e Serviços de Saúde* 2018; 27(1) .<https://dx.doi.org/10.5123/s1679-49742018000100018>

Figueiredo JO, Prado NMdeBL, Medina MG, Paim JS. Gastos público e privado com saúde no Brasil e países selecionados. *Saúde em Debate* 2018; 42(spe2): 37-47. <https://dx.doi.org/10.1590/0103-11042018s203>.

CREMESE. *SUS completa 20 anos, mas não implanta seus princípios fundamentais*. [Acessado em 15 jun 2019] Disponível em: < [http://www.cremese.org.br/index.php?option=com\\_content&view=article&id=20986:sus-completa-20-anos-mas-nao-implanta-seus-principios-fundamentais&catid=3](http://www.cremese.org.br/index.php?option=com_content&view=article&id=20986:sus-completa-20-anos-mas-nao-implanta-seus-principios-fundamentais&catid=3) >

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Belo Horizonte. Cidades*, 2019. [Acesso em 11 de dez 2019] Disponível < <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/belo-horizonte/panorama>> .

IMET. *Instituto Nacional de Meteorologia*. [Acesso em 02 jan 2020] Disponível em < <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep> >

Belo Horizonte. Secretaria Municipal de Saúde. *Padronização das ações para controle vetorial da dengue desenvolvidas no município de Belo Horizonte*. Manual Técnico. 2019

Bruhn FRP, Morais MHF, Cardoso DL, Bruhn NCP, Ferreira F, Rocha CMM. Spatial and temporal relationships between human and canine visceral leishmaniases in Belo Horizonte, Minas Gerais, 2006–2013. *Parasites Vectors*, 2018 <https://doi.org/10.1186/s13071-018-2877>

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Projeção*. [Acesso em 15 jan 2020] Disponível em < <https://www.ibge.gov.br/apps/populacao/projecao/> >.

Teich V; Arinell R, Fahhan L. *Aedes aegypti* and society: the economic burden of arboviruses in Brazil. *J. bras. econ. Saúde* 2017; v. 9 n.3 p: 267-276.

Araújo VEM, Bezerra JMT, Amâncio FF, Passos VMA, Carneiro M. Aumento da carga de dengue no Brasil e unidades federadas, 2000 e 2015: análise do Global Burden of Disease

Study 2015. *Revista Brasileira de Epidemiologia* 2017, 20(Suppl. 1), 205-216. <https://dx.doi.org/10.1590/1980-5497201700050017>

Amâncio FF, Ferraz ML, Almeida MC, Pessanha JE, Iani FC, Fraga GL, Lambertucci JR, Carneiro M. Dengue virus serotype 4 in a highly susceptible population in Southeast Brazil. *J Infect Public Health*. 2014, v.7, n.6, p.547-52.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Estimativa*. Disponível em <<https://www.ibge.gov.br/apps/populacao/projecao/>> Acesso: 10/01/2020

Ferreira AC, CHiaravalloti Neto F, Mondini A. Dengue em Araraquara, estado de São Paulo: epidemiologia, clima e infestação por *Aedes aegypti*. *Rev. Saúde Pública* 2018, v. 52, n.18.

Scandar SAS, Vieira P, Cardoso Junior RP, Silva RA, Papa M, Sallum MAM. Dengue em São José do Rio Preto, Estado de São Paulo, Brasil, 1990 a 2005: fatores entomológicos, ambientais e socioeconômicos. *Bol Epidemiol Paul*. 2010, v.7, n.81, p.4-16.

Cavalcante WD, Vilar MSA, Vilar DA, Soares CS. Características epidemiológicas da dengue na comunidade São Januário II na cidade de Campina Grande - PB. *Rev Bras Farm*. 2011 ;92(4):287-94

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Indígenas*. Disponível em <<https://indigenas.ibge.gov.br/graficos-e-tabelas-2.html>> Acesso: 10/01/2020 31 91

Araújo, Edna Maria de, Costa, Maria da Conceição Nascimento, Hogan, Vijaya Krishna, Araújo, Tânia Maria de, Dias, Acácia Batista, & Oliveira, Lúcio Otávio Alves. A utilização da variável raça/cor em Saúde Pública: possibilidades e limites. *Interface - Comunicação, Saúde, Educação*, 2009, v.13, n.31, p.383-394. <https://dx.doi.org/10.1590/S1414-32832009000400012>

Mendes AM, Leite MS, Langdon EJ, Grisotti M. O desafio da atenção primária na saúde indígena no Brasil [The challenge of providing primary healthcare care to indigenous peoples in Brazil] El desafío de brindar atención primaria de salud a los pueblos indígenas en Brasil]. *Rev Panam Salud Publica*. 2018, v.27, n.42.

Romero, DE, Maia Leo, Muzy Jessica. Tendência e desigualdade na completude da informação sobre raça/cor dos óbitos de idosos no Sistema de Informações sobre Mortalidade no Brasil, entre 2000 e 2015. *Cad. Saúde Pública*, 2019 v. 35, n. 12.

Nahas MIP, M ASAd, Carvalho RC, Heller L. Desigualdade e discriminação no acesso à água e ao esgotamento sanitário na Região Metropolitana de Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil. *Cadernos de Saúde Pública*, 2019, v.35, n.4.

Dias DM, Martinez CB, Libanio Marcelo. Avaliação do impacto da variação da renda no consumo domiciliar de água. *Eng. Sanit. Ambiente*. 2010 v. 15, n. 2, p. 155-166.

Malta DC, Stopa SR, Santos MAS, Andrade SSCA, Oliveira MMde, Prado RRdo, Silva MMAda. Fatores de risco e proteção de doenças e agravos não transmissíveis em adolescentes segundo raça/cor: Pesquisa Nacional de Saúde do Escolar. *Revista Brasileira de Epidemiologia*, 2017, v.20, n.2, p:247-259.

Lima-Camara TN. Arboviroses emergentes e novos desafios para a saúde pública no Brasil. *Rev. Saúde Pública*, 2016, v. 50, 36.

Barbosa JR, Barrado JCS, Zara ALSA, Siqueira Júnior JB. Avaliação da qualidade dos dados, valor preditivo positivo, oportunidade e representatividade do sistema de vigilância epidemiológica da dengue no Brasil, 2005 a 2009. *Epidemiol Serv Saude*. 2015 v.24 n.1 p:49-58.

Stanaway JD, Shepard DS, Undurraga EA, Halasa YA, Coffeng LE, Brady OJ, Hay SI, Bedi N, Bensenor IM, Castañeda-Orjuela CA, Chuang TW, Gibney KB, Memish ZA, Rafay A, Ukwaja KN, Yonemoto N, Murray CJL. The global burden of dengue: an analysis from the Global Burden of Disease Study 2013. *Lancet Infect Dis*. 2016, v.16 n.6 p:712-723.

### **3.2 Artigo 2**

#### **Análise temporal dos casos de dengue em Belo Horizonte, Minas Gerais, 2010 - 2018 utilizando o modelo SARIMA**

Bohm, Bianca Conrad; Moraes, Maria Helena Franco de; Bruhn, Fábio Raphael  
Pascoti

Será submetido à revista Acta Trópica

**Análise temporal dos casos de dengue em Belo Horizonte, Minas Gerais, 2010 -2018  
utilizando o modelo SARIMA**

**Temporal analysis of dengue cases in Belo Horizonte, Minas Gerais, 2010 -2018 using  
the SARIMA model**

Bohm, Bianca Conrad; Moraes, Maria Helena Franco de; Bruhn, Fábio Raphael Pascoti

<sup>1</sup> Mestranda no Programa de Pós Graduação em Veterinária da Universidade Federal de Pelotas;

<sup>2</sup> Secretaria Municipal de Saúde de Belo Horizonte, Minas Gerais;

<sup>3</sup> Universidade Federal de Pelotas, departamento de Veterinária Preventiva, Centro de Controle de Zoonoses, Capão do Leão, Rio Grande do Sul, Brasil.

**Resumo**

A utilização de séries temporais é uma ferramenta útil na predição de casos de dengue em uma população. A dengue é uma doença viral transmitida por um vetor, o mosquito *Aedes Aegypti*. O objetivo deste trabalho é construir um modelo temporal capaz de representar e prever a incidência de dengue em Belo Horizonte, Minas Gerais. O programa GRETl foi utilizado para a construção do modelo. A elaboração ocorreu através da incidência mensal de casos notificados e confirmados da doença no período de 2010 a 2018. O modelo SARIMA (2,1,0) (1,0,0) se ajustou de forma satisfatória aos dados. A precisão do modelo foi avaliada através do U de Theil, o qual apresentou um valor de 0,64, indicando que o modelo é adequado para realizar a predição de casos. Os resultados obtidos no modelo indicaram uma tendência de crescimento no número de casos no ano de 2019 o que de fato foi observado. Isso demonstra que o modelo SARIMA é útil para o monitoramento da dengue, sendo uma importante ferramenta para o planejamento de ações de controle do vetor e organização dos sistemas de saúde.

**Palavras-chave.** Modelos matemáticos, epidemiologia, levantamento de casos, previsão.

## **Abstrat**

The use of time series is a useful tool in the prediction of dengue cases in a population. Dengue is a viral disease transmitted by a vector, the *Aedes Aegypti* mosquito. The objective of this work is to build a temporal model capable of representing and predicting the incidence of dengue in Belo Horizonte, Minas Gerais. The GRETl program was used to build the model. The elaboration occurred through the monthly incidence of notified and confirmed cases of the disease in the period from 2010 to 2018. The SARIMA model (2.1.0) (1.0.0) adjusted satisfactorily to the data. The precision of the model was assessed using the U of Theil, which presented a value of 0.64, indicating that the model is adequate to perform case prediction. The results obtained in the model indicated a trend of growth in the number of cases in the year 2019, which in fact was observed. This demonstrates that the SARIMA model is useful for dengue monitoring, being an important tool for planning vector control actions and organizing health systems.

**Key words.** Mathematical models, epidemiology, case studies, prediction.

## **Introdução**

A dengue é uma doença reemergente, sua ocorrência é notificada em todas as regiões tropicais e subtropicais do planeta e se disseminou rapidamente pelas Américas nas últimas décadas. Em 2019, foram notificados mais de 1,5 milhão de casos prováveis de dengue no Brasil. A taxa de incidência da região sudeste é de 1.159,4 casos/ 100 mil habitantes (Brasil, 2020). Atualmente é a arbovirose mais prevalente no mundo, com cerca de 40% da população em risco (Barbosa et al., 2019).

A dengue é uma doença transmitida por vetor, sendo que no Brasil o principal vetor é o mosquito hematófago *Aedes aegypti*. Esse vetor, presente na maior parte dos centros urbanos do país, também tem capacidade de transmitir outras arboviroses de relevância em

saúde pública, como o vírus da chikungunya (família *Togaviridae*, gênero *Alphavirus*), zika (família *Flaviviridae*, gênero *Flavivirus*) e febre amarela (família *Flaviviridae*, gênero *Flavivirus*) (Göertz et al., 2017; Piovezan et al., 2019).

O comportamento desta enfermidade é sazonal, com maior aparecimento de casos nos primeiros cinco meses do ano, período mais quente e úmido, típico dos climas tropicais (Ferreira et al., 2018; Riberio et al., 2006). Altos índices pluviométricos estão relacionados a maior disponibilidade de criadouros e facilitando o desenvolvimento do vetor, e o aumento dos casos de dengue (Araújo et al., 2008; Oliveira et al., 2018).

Modelos matemáticos são utilizados na epidemiologia para analisar, monitorar e prever o comportamento de uma determinada doença (Martinez et al., 2011). Análises de séries temporais é um modelo disponível, uma ferramenta muito útil e amplamente utilizada por diversos autores ao redor do mundo para prever o comportamento da dengue (Martinez et al., 2011).

Existem diferentes tipos de modelos de séries temporais, sendo o mais simples aquele obtido para as séries sazonais. Esta classe de modelos é conhecida como modelos autorregressivos – AR (ordem  $p$ ) ou de médias móveis - MA (ordem  $q$ ). Isto é um processo interativo em se identifica o  $p$  ou  $q$  através da autocorrelação ou da função de autocorrelação parcial, a partir da qual se estima uma previsão modelar e se realiza a análise dos resíduos e erros estimados (LATORRE et al., 2001).

O modelo autorregressivo integrado de médias móveis sazonal (SARIMA) é utilizado em dados que possuem flutuações periódicas e sofrem influência sazonal, por isso é indicado para realizar as análises de casos de dengue, pois ela apresenta um padrão sazonal, com o aumento no número de casos na estação chuvosa e diminui no período de seca (Martinez et al., 2011).

O objetivo deste trabalho é analisar a taxa de incidência mensal de dengue em Belo Horizonte, Minas Gerais no período de 2010 a 2018 e construir um modelo temporal capaz de representar e prever a incidência de dengue nos anos subsequentes.

## **Material e métodos**

### Métodos

Esse estudo foi conduzido analisando dados referentes ao número de casos confirmados de dengue no período de 2010 a 2018, em Belo Horizonte, MG, Brasil.

### Local de estudo

Belo Horizonte é a capital do estado de Minas Gerais e fica situada no Sudeste brasileiro. Sua população estimada é de 2.513.451 habitantes, possui uma área de 331,4 quilômetros quadrados, com densidade populacional de 7.615,53 habitantes/quilômetros quadrados. Possui altitude média de 900 metros, latitude de 19,9°S e longitude de 43,9°W. Seu clima é tropical com temperatura média anual em torno de 21° graus centígrados e índices pluviométricos superiores a 1.300 mm anuais (IBGE, 2019).

### Coleta dos dados

Informações sobre os casos de dengue foram obtidas das bases de dados do Observatório de Saúde Urbana de Belo Horizonte/UFMG (OSUBH) e a Secretaria Municipal de Saúde de Belo Horizonte (SMSA/BH). O número mensal de casos confirmados de dengue foi obtido por meio do banco de dados cedido pela SMSA/BH, retirados do Sistema de Notificação de Agravos de Notificação (SINAN). Os casos incluídos neste artigo foram confirmados por critérios clínico epidemiológicos ou laboratoriais.

### Análise estatística

O conjunto de dados foi dividido em duas partes: os dados observados de janeiro de 2010 a dezembro de 2018 foram utilizados para desenvolver o modelo de séries temporais. Após encontrar um modelo, retirou-se o ano de 2018 realizou-se a previsão para este ano e foi

realizada a comparação com os números reais. Ao se obter um modelo ajustado para o período foi realizada a previsão para o período de 2019. Ressalta-se após a construção de um modelo adequado é possível alimentar esse modelo com os anos seguintes e realizar novas previsões (Morettin & Toloi, 2006).

A série temporal pode ser decomposta na soma  $Y_t = T_t + S_t + a_t$ , em que a tendência ( $T_t$ ) refere-se ao aumento ou diminuição das observações ao longo de um período; a sazonalidade ( $S_t$ ) mostra flutuações ocorridas em períodos menores que um ano e a componente aleatória ou erro ( $a_t$ ) mostra as oscilações aleatórias irregulares (Morettin & Toloi, 2006).

Ao avaliar a incidência de dengue através de uma série mensal é possível encontrar diversos fatores aleatórios, tais como: mudanças no sorotipo circulantes, alterações climáticas, mudanças nas políticas de saúde. Estes fatores são conhecidos dentro do modelo como ruído branco, pois são elementos aleatórios e com instabilidade, estas variações ocorrem devido ao acaso ou fatores aleatórios. Não possuem relação com as variações cíclicas ou pela tendência.

Em uma análise de séries temporais, é necessário modelar o estudo para, então, descrever o comportamento das séries e fazer estimativas. O primeiro passo, antes de realizar qualquer análise, é definir se a série é estacionária, para depois estabelecer a estrutura do modelo que se ajustará aos dados da série. A série é considerada estacionária quando não há tendência ou sazonalidade, ou seja, suas observações ocorrem aleatoriamente em torno de uma média constante (Latorre & Cardoso, 2001).

A análise do correlograma foi realizada para verificar se as séries apresentam componentes de tendência e sazonalidade. quando verificada a existência desses componentes, as séries foram diferenciadas e, posteriormente, testadas estatisticamente em relação a existência da estacionariedade por meio de testes de Dickey-Fuller (Dickey & Fuller, 1979) aumentado, considerando um valor de  $p < 0,05$  (Batista et al., 2016; Morettin &

Toloi 2006). Uma vez observada estacionariedade nas séries diferenciadas, inferiu-se a presença ou ausência dos componentes tendência e sazonalidade nas séries mensais consideradas. Foram realizados os cálculos de modelos de Mínimos Quadrados Ordinários (MQO) para estimar a tendência estatisticamente significativa ( $p < 0,05$ ), e o cálculo do coeficiente de determinação ( $R^2$ ) nas séries temporais dos indicadores ao longo do tempo.

A adequação de cada modelo foi verificada por gráficos do histograma e pela *Autocorrelation Function* (ACF) dos resíduos padronizados, além do teste de Ljung-Box, considerando um  $p < 0,05$  (Ljung & Box, 1978). Utilizou-se a hipótese de ausência de correlação em um determinado número de intervalos de tempo. A ACF dos resíduos e as estatísticas de Ljung-Box são úteis para testar a aleatoriedade dos resíduos (Martinez et al., 2011).

Assim, no presente estudo, inicialmente foi analisada a presença de sazonalidade e tendência dos dados, observando a função de autocorrelação, bem como o teste Dickey-Fuller aumentado, considerando um valor de  $p < 0,05$ . Depois de verificar, estimar e ajustar os componentes da série até torná-la estacionária, foram ajustados possíveis modelos de séries temporais. A estimação do modelo mais adequado foi baseada na análise dos resíduos através do teste de Ljung-Box, nos valores mais baixos para o Akaike (AIC), Hannan-Quinn e Critérios de informação bayesiana de Schwartz. Além disso, foi considerado o erro percentual absoluto médio (MAPE), associados aos possíveis modelos de séries temporais ajustados para a previsão (Ferreira et al., 2018), através da fórmula:

$$\text{MAPE} = \Sigma[(A(t) - F(t)) / A(t)] / N$$

Além do MAPE, a precisão da previsão também foi avaliada usando o coeficiente de desigualdade de Theil (U de Theil), o qual é amplamente utilizado para validação de modelos (Bliemel et al., 1973). É um coeficiente com valores que variam de 0, significando uma previsão perfeita, a 1, representando a desigualdade máxima. A fórmula utilizada foi:

$$U = \frac{\left[ \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (A_i - P_i)^2 \right]^{1/2}}{\left[ \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n A_i^2 \right]^{1/2} + \left[ \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n P_i^2 \right]^{1/2}}$$

Onde:

U - Coeficiente de desigualdade

n - número de registros

A<sub>i</sub> - Observações que neste caso são os registros de incidência para 2010-2018

P<sub>i</sub> - Dados de incidência prevista.

A anotação usada neste artigo foi SARIMA (p,d,q) x (P,D,Q), em que q e p são os parâmetros estatisticamente significativos (p<0,05) considerado no modelo com menor número de parâmetros encontrados e d é o número de diferenças necessárias no processo de ajuste da série. Com o modelo escolhido para a série, realizamos previsões para o ano de 2019 com base na série temporal de janeiro de 2010 a dezembro de 2018. Para a avaliação do desempenho de previsão deste modelo, foram comparados os valores reais com os previstos e seu intervalo de confiança de 95% (IC 95%), além de utilizar o MAPE e o U de Theil para avaliar os erros associados as previsões em 2019.

Para validar o modelo, retirou-se o ano de 2018 e realizou-se a previsão dele a fim de comparar os resultados obtidos no modelo com os resultados reais, assim foi possível verificar se os resultados obtidos pelo modelo foram próximos aos resultados reais.

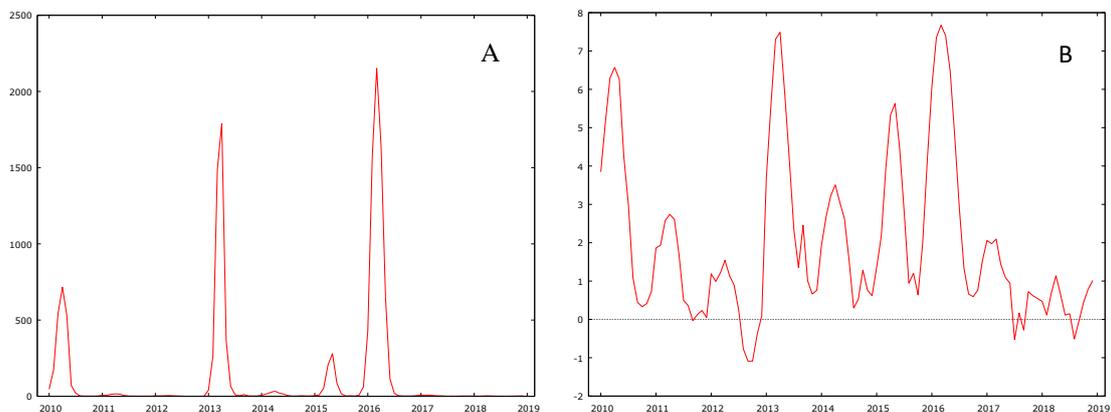
As análises de séries temporais foram feitas no software Gretl1.9.12 (GNU Regression, Econometric and Time-series Library).

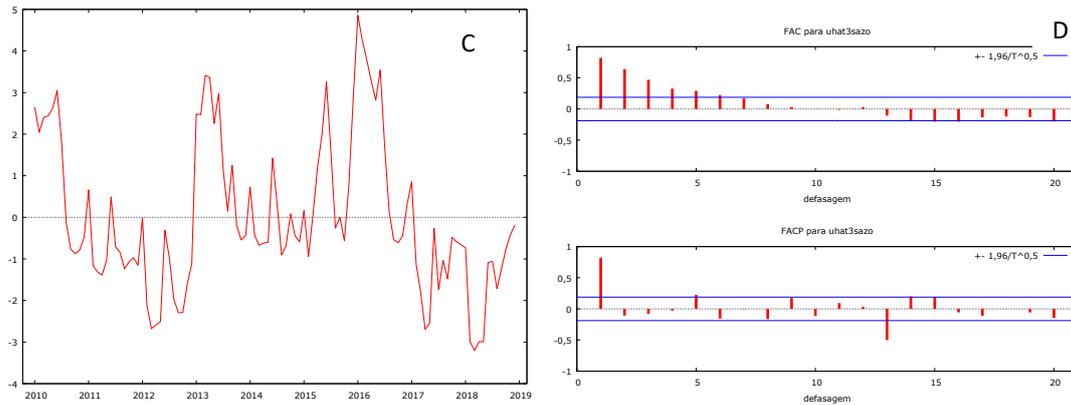
Canal endêmico

Para caracterizar a dinâmica de ocorrência de endemias e epidemias relacionadas a dengue em Belo Horizonte, foram construídos diagramas de controle, baseados na distribuição dos casos entre 2010 e 2018, de acordo com a metodologia das médias geométricas das taxas, indicada quando se observam distribuição assimétrica dos casos ao longo dos anos, conforme descrito por Bortman (1999). Assim, foi realizada a transformação logarítmica (Log10) dos dados originais, seguido pelo cálculo das medias geométricas e dos intervalos de confiança a 95% (IC.95%), estes usados como limites endêmicos inferior e epidêmico e a curva endêmica (Bortman, 1999; Santos et al., 2019).

## Resultados

Neste estudo, a série de 2010 a 2018 mostrou a ausência de tendência e presença de sazonalidade, nos meses de fevereiro, março, abril e maio ( $p < 0,05$ ). A figura 1 mostra a série com os gráficos da taxa de incidência de dengue em Belo Horizonte. No gráfico se observa a presença de três picos nos anos de 2010, 2013 e 2016, referentes as três epidemias ocorridas no município. Após realizar a logaritimização das variáveis percebe-se a repetição no aumento de casos nos mesmos períodos a cada ano, relacionado principalmente aos meses do verão. A figura 1 também mostra a série estacionária, ou seja, sem a presença de sazonalidade, o correlograma com as funções de autocorrelação (FAC) e autocorrelação parcial (FACP).





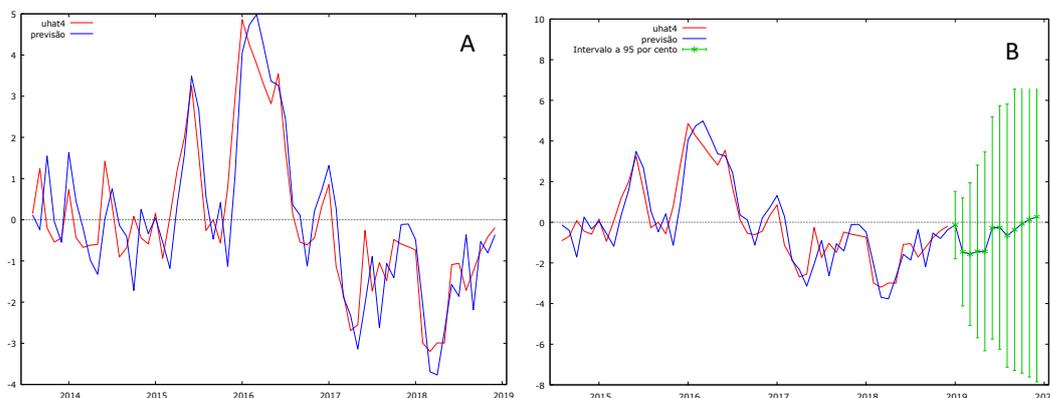
**Figura 1:** Taxa de incidência de dengue em Belo Horizonte/MG no período de 2010 a 2018, (Figura A). Série temporal dos casos de dengue em Belo Horizonte com as variáveis logaritmizadas (figura B). Gráfico da série temporal estacionária (figura C) e a representação gráfica da função de auto correlação (FAC) e função de auto correlação parcial (FACP) (figura D).

Diversos modelos foram testados, levando em consideração as funções de correlação e auto correlação parcial observadas, além dos resultados dos testes de Box-Pierce. Após estimar e avaliar diversos modelos de séries temporais de incidência de dengue foram encontrados dois modelos que se adequaram a série, porém o melhor modelo encontrado foi o SARIMA (2,1,1) (1,0,0), pois apresentou os menores valores nos critérios de informação de Akaike, Hannan – Quinn e Bayesiano de Schwartz (tabela 1), que leva em consideração o padrão sazonal de 12 meses. Para validar o modelo, foi retirado o número de casos de dengue para o ano de 2018 e as previsões para esse ano foram realizadas por meio do modelo ajustado, sem essas observações. Ao verificar a adequação do modelo, através do Erro Percentual Médio Absoluto (MAPE) e U de Theil, foram encontrados os valores 50,49% e 0.64897, respectivamente, sugerindo que o modelo proposto é adequado para prever o número de eventos futuros. Os parâmetros da autorregressão e da média móvel do modelo mostram que os casos de dengue para anos futuros podem ser estimados pelo número de casos de dengue que ocorreram em anos anteriores.

**Tabela 1:** resultados dos modelos encontrados para os casos de dengue em Belo Horizonte, 2010 a 2018, utilizando o modelo SARIMA (2,1,0) (1,0,0)

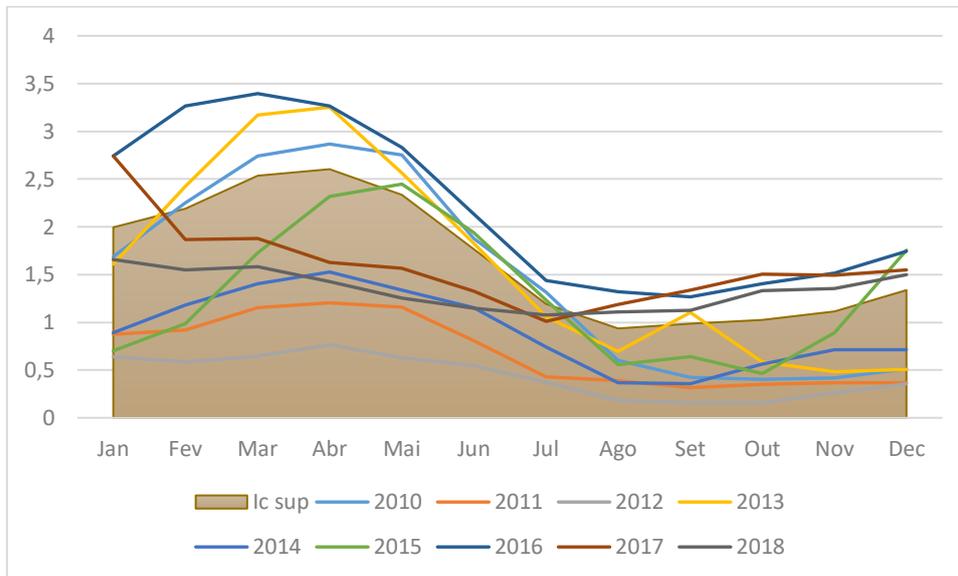
Parâmetros	SARIMA (2,1,0) (1,0,0)		SARIMA (1,1,2) (1,0,0)	
	Estimativa	p	Estimativa	p
phi 1	1,20842	<0,0001	0,842667	<0,0001
phi 2	-0,341828	<0,0001	-----	-----
Phi I	0,608383	<0,0001	0,579402	<0,001
theta 1	-----	-----	-----	-----
theta 2	-----	-----	0,364966	<0,001
Akaike criteria	275,5547		280,7215	
Hannan-quinn criteria	279,9047		285,0715	
Schwartz criteria	286,2832		291,4500	

A figura 2 mostra os casos de dengue entre 2010 e 2017 em Belo Horizonte com previsão para o ano de 2018, pode se observar que a comparação entre o número original de casos confirmados de dengue e os valores estimados para o ano de 2018, obtidos na predição do modelo SARIMA (2,1,0) (1,0,0) foram bem próximos. A figura 2 também mostra a previsão para o ano de 2019, observa -se que a previsão do modelo é de ocorra um aumento no número de casos.



**Figura 2.** Gráfico da série temporal durante o período de 2010 a 2017 com previsão para o ano de 2018 (Figura A). Gráfico da série temporal do período de 2010 a 2018 com a previsão para o período de 2019, considerando o modelo SARIMA (2,1,0) (1,0,0) (Figura B). Os dados reais estão em vermelho e os valores estimados estão em azul.

A análise do canal endêmico mostra o comportamento dos casos ao longo dos anos (figura 3). Pode se observar os três anos epidêmicos, 2010, 2013 e 2016. Outro ponto em destaque é o aumento do número de casos no final de 2015 seguindo em 2016, originando a maior epidemia de dengue registrada em Belo Horizonte.



**Figura 3:** Curva endêmica da taxa de incidência de dengue em Belo Horizonte, Minas Gerais, no período de 2010 a 2018.

## Discussão

No presente estudo, foi possível observar que a dengue apresenta um padrão sazonal no município. Verificou-se um aumento de casos nos meses de fevereiro a maio, e após um declínio no número de casos. Os meses que apresentam sazonalidade tem o clima quente predominante, a umidade relativa é em torno dos 60% e a média de precipitação é de 250 mm (Giovanetti et al., 2019; IMET, 2020). É comprovado que aumento no número de casos é influenciado diretamente pelo clima, a alta umidade e períodos chuvosos. Estudos relatam que quando há aumento na temperatura as fêmeas dos mosquitos se alimentam com mais frequência e isso propicia a disseminação do vírus (Giovanetti et al., 2019; Campos et al., 2019).

Neste estudo, o modelo SARIMA (2,1,0) (1,0,0) representou de forma adequada o comportamento da dengue em Belo Horizonte. Um estudo semelhante realizado em Campinas

observou que o modelo SARIMA reproduziu de forma satisfatória a incidência de dengue na região, mesmo que a série contenha grande variação de casos de um mês para outro (Martinez et al., 2011). Neste estudo também é possível observar que o modelo de previsão construído para o período de 2010 a 2018 previa um aumento no número de casos no ano de 2019. Em 2018 Belo Horizonte teve 466 casos confirmados de dengue, já em 2019 até o final de dezembro 116.458 mil casos de dengue já haviam sido confirmados (Belo Horizonte, 2019).

Após o ajuste dos possíveis modelos a escolha do melhor modelo é baseada em uma série de critérios. Desse modo um modelo considerado bom é aquele que apresenta os menores números no processo de modelagem observados nas funções de autocorrelação e autocorrelação parcial e apresenta os menores valores nos critérios de informação de Akaike (AIC), Hanna-quinn e Baeyiano de Schwartz. Além disso é preciso considerar o modelo que apresentou estimativas mais precisas com base na previsão de erros associados a previsão de séries para os anos seguintes, para este critério avalia-se a Média Absoluta de Erro Percentual (MAPE) e o U de Theil (Morettin & Tolo, 2006; Otero et al., 2001; Ehlers, 2007).

Os erros cometidos na previsão da série temporal foram avaliados pelo MAPE. Esta medida expressa a porcentagem média dos erros, em valores absolutos, quanto menor o valor desta medida, melhor será a previsão.

A análise do canal endêmico permite visualizar o elevado número de casos nos primeiros meses do ano, confirmando o período sazonal da dengue. O canal endêmico também mostra que um aumento no número de casos no final do ano é precedido por grandes epidemias, por exemplo, nos anos de 2016 e 2019, onde se nota muitos casos já no final de 2015 e 2018 (Xavier et al., 2017; Jetten, 1997).

Belo Horizonte é uma cidade turística, sendo que seu processo de urbanização ocorreu de forma desordenada, tendo como consequência falhas nos sistemas de abastecimento de água e problemas com saneamento básico (Nahas et al., 2019). Estudos mostram que o

município vem melhorando estes serviços, porém municípios da região metropolitana ainda apresentam um serviço de saneamento e coleta de resíduos precário o que pode contribuir para a multiplicação, propagação e adaptação do vetor ao meio urbano. O crescimento do fluxo urbano ocasionado pelo crescimento das cidades e rotas turísticas favorece a disseminação do mosquito contribuindo para a circulação do vírus e expõe falhas nas ações de combate ao vetor (Bett et al., 2019).

Existem recursos públicos disponibilizados para campanhas de combate ao *A. aegypti*, porém, para que se obtenha êxito na sua eliminação é necessário que além de melhorias na infraestrutura do município também se tenha a colaboração da comunidade, evitando recipientes com água parada e acúmulo de lixo nos pátios. A utilização de inseticidas no controle de vetores é outro ponto em discussão, pois sua efetividade é amplamente questionável (Soares et al., 2019). O uso contínuo destes produtos, associado ou não a subdoses induz o desenvolvimento de insetos resistentes aos princípios ativos (Katzelnick et al., 2018).

Este estudo identificou que a dengue apresentou um padrão sazonal em Belo Horizonte no período de 2010 a 2018, com um alto número de casos nos primeiros meses do ano. O aumento no número de casos nos últimos meses do ano sugere a ocorrência de epidemias no ano seguinte. O modelo temporal construído com a taxa de incidência de casos dos anos de 2010 a 2018 previu o aumento no número de casos no ano de 2019. Após a construção de um modelo adequado, ele pode ser alimentado com dados e assim prever o número de casos nos anos seguintes, possibilitando que os serviços de saúde se organizem para atender a população de forma integral e realizar ações de controle e prevenção.

### **Agradecimentos**

*O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001*

## Referências

- Brasil. Ministério da Saúde. *Monitoramento dos casos de arboviroses urbanas transmitidas pelo Aedes (dengue, chikungunya e zika), Semanas Epidemiológicas 01 a 52*. Boletim Epidemiológico. Brasília. v.51, 2020.
- Göertz GP, Vogels CBF, Geertsema C, Koenraadt CJM, Pijlman GP. Mosquito coinfection with Zika and chikungunya virus allows simultaneous transmission without affecting vector competence of *Aedes aegypti*. *PLoS Negl Trop Dis*, 2017, v.11, n.6.
- Piovezan, R, Visockas, A, de Azevedo, TS, Zuben CJV, Sallum MAM. Spatial-temporal distribution of *Aedes (Stegomyia) aegypti* and locations of recycling units in southeastern Brazil. *Parasites Vectors* 2019. <https://doi.org/10.1186/s13071-019-3794-z>
- Ferreira AC, Neto FC, Mondini A. Dengue in Araraquara, state of São Paulo: epidemiology, climate and *Aedes aegypti* infestation. *Rev. Saúde Pública*, 2018; v.52, n. 18.
- Ribeiro AF, Marques GRMA, Voltolini JC, Condino LF.; Associação entre incidência de dengue e variáveis climáticas. *Rev. Saúde Pública*, 2006 v. 40, n. 4, p. 671-676.
- Araújo JRde, Ferreira EF, Abreu MHNGde. Revisão sistemática sobre estudos de espacialização da dengue no Brasil. *Rev. bras. epidemiol*, 2008 v. 11, n. 4, p. 696-708.
- Oliveira RMAB, Araújo FMC, Cavalcanti LPG. Aspectos entomológicos e epidemiológicos das epidemias de dengue em Fortaleza, Ceará, 2001-2012. *Epidemiol. Serv. Saúde*, 2018 v. 27, n. 1.
- Martinez EZ, Silva EASda. Predicting the number of cases dengue infection in Ribeirão Preto, São Paulo state, Brazil, using a SARIMA model. *Cad. Saúde Pública*. v. 27 n. 9 p: 1809 – 1818. 2011
- Martinez, EZ, Silva, EASda, Fabbro ALD. Um modelo de previsão SARIMA para prever o número de casos de dengue em Campinas, Estado de São Paulo, Brasil. *Rev. Soc. Bras. Med. Trop.* v. 44, n. 4, p. 436-440, 2011.
- Baptista DQ, Bruhn FRP, Rocha CMBMda, Torres FC, Machado ED, Sáfiadi T, Pereira SM. Temporal series analyses in equine infectious anemia cases in the State of Rio de Janeiro, Brazil, 2007 to 2011. *Rev. Bras. Med. Vet.* 2016, v.38 n.4 p:431-438.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Belo Horizonte Cidades*, 2019. Disponível < <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/belo-horizonte/panorama>> . Acessado em 11 de dezembro de 2019.

Morettin PA, Toloí CMC. *Análise de séries temporais*. 2. ed. São Paulo: Edgard Blucher, p. 2006. 729.

Latorre MRDO, Cardoso MRA. Time series analysis in epidemiology: na introduction to methodological aspects. *Rev Bras Epidemiol* 2001, v.4 p:145-152.

Dickey D, Fuller W. 1979. Distribution of the estimators for autoregressive time series with a unit root. *Journal of the American Statistical Association*. 74(366):427-431.

Ljung GM, Box GEP. *On a measure of lack of fit in time series models*. *Biometrika* 1978; 65:297-303.

Ferreira AC, Neto FC, Mondini, A. (2018). Dengue em Araraquara, estado de São Paulo: epidemiologia, clima e infestação por *Aedes aegypti*. *Revista de Saúde Pública*. 2018 v.52, n.18. <https://dx.doi.org/10.11606/s1518-8787.2018052000414>

Bliemel F, MacKay DB. *Theil's Forecast Accuracy Coefficient : A Clarification*. *J Mark Res*. 1973;X: 444–447.

Bortman, M. Elaboración de corredores o canales endémicos mediante planillas de cálculo. *Rev Panam Salud Publica*. 1999. v.5 n.1 p:1-8.

Santos BL, Bruhn FRP, Coelho ACB, Estima-Silva P, Echenique JZ, Sallis ESV, Schild AL. 2019. Epidemiological study of rabies in cattle in Southern Brazil: spatial and temporal distribution from 2008 to 2017. *Pesquisa Veterinária Brasileira*. 2019. v.39 n.7 p:460-468.

Giovanetti M, de Mendonça MCL, Fonseca V. Yellow Fever Virus Reemergence and Spread in Southeast Brazil, 2016-2019. *J Virol*. 2019 v.94 n.1 doi:10.1128/JVI.01623-19

IMET. Instituto Nacional de Meteorologia. *Dados Históricos*. Disponível em < <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep> > Acesso em 02/01/2020

Campos NBD, Morais MHF, Ceolin APR, Cunha MdaCM, Nicolino RR, Schultes OL, Friche AAdeL, Caiaffa WT. Twenty-Two yearsof dengue fever (1996-2017): anepidemiologicalstudy

in a Brazilian city. *International Journal of Environmental Health*, 2019 Research, DOI: [10.1080/09603123.2019.1656801](https://doi.org/10.1080/09603123.2019.1656801)

BELO HORIZONTE. *Secretaria Municipal de Saúde*. Dengue. Disponível em < <https://prefeitura.pbh.gov.br/saude/informacoes/vigilancia/vigilancia-epidemiologica/doencas-transmissiveis/dengue>> Acesso em 10/11/2019

OTERO UB, Rozenfeld S, Gadelha AJ. Óbitos por desnutrição em idosos, São Paulo e Rio de Janeiro, Análise de séries temporais. 1980 – 1996. *Rev. Bras. Epidemiologia*. 2001 v.4 n.3.

EHLERS RS. *Análise de séries temporais*. Universidade Federal do Paraná: Curitiba, Brasil, 2007.

Xavier DR, Magalhães MdeAFM, Gracie R, Reis ICdos, Matos VPde, Barcellos C. (2017). Difusão espaço-tempo do dengue no Município do Rio de Janeiro, Brasil, no período de 2000-2013. *Cadernos de Saúde Pública*, 2017. v.33 n.2. <https://dx.doi.org/10.1590/0102-311x00186615>

Jetten TH, Focks DA. Potential changes in the distribution of dengue transmission under climate warming. *Am J Trop Med Hyg* 1997. v.57, p:285-97.

Nahas MIP, Moura ASAd, Carvalho RCde, Heller L. Desigualdade e discriminação no acesso à água e ao esgotamento sanitário na Região Metropolitana de Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil. *Cadernos de Saúde Pública*, 2019 v.35 n.4. <https://dx.doi.org/10.1590/0102-311x00100818>

Bett B, Grace D, Lee HS, Lindahl J, Nguyen-Viet H, Phuc PD, et al. Análise espacial e temporal de registros históricos (2001–2012) sobre dengue no Vietnã e desenvolvimento de um modelo estatístico para previsão de risco. *PLoS ONE* 2019 v.14 n.11 <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0224353>

Soares MMA, Zuchi AP, Lopes CVA, Anjos, MdeCR.. Percepção de conselheiros de saúde acerca do tema agrotóxicos: o papel da participação social em uma sociedade que adocece. *Saúde e Sociedade*, 2019 v.28 n.1, p:337-349. <https://dx.doi.org/10.1590/s0104-12902019180193>.

Katzelnick LC, COLOMA J, Harris E. Dengue: knowledge gaps, unmet needs and research priorities. *Lancet Infect dis.* 2018 v.17 n.3.

#### **4 Considerações Finais**

Nos últimos dez anos o município de Belo Horizonte sofreu três grandes epidemias de dengue, sendo a de 2016 a maior até agora. Os fatores de risco para a ocorrência de óbitos por dengue são: pessoas do sexo masculino, pessoas idosas e negras, já a incidência de dengue é maior em pessoas do sexo feminino, indígenas e em idade ativa. A construção do canal endêmico permite observar que o aumento no número de casos nos últimos meses do ano é precedido por epidemias. A construção do modelo temporal SARIMA mostrou que ele pode ser utilizado para realizar a predição dos casos de dengue, sendo uma importante ferramenta a ser utilizada pelos órgãos de saúde. Parcerias entre instituições de ensino e órgãos de saúde são de grande valia para que os dados captados pelas unidades de saúde possam ser avaliados de diversas formas e assim fornecer estimativas precisas da situação de determinada população. O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

## Referências

ALBUQUERQUE, A.; OLIVEIRA, C.F.; SANTOS, E.; MELO-SANTOS, M.A. **Mosquitos bases da vigilância e controle**. Recife: Instituto Aggeu Magalhães, 97p, 2019.

ALMEIDA, A.S.; MEDRONHO, R.A.; VALENCIA, L.I.O. Análise espacial da dengue e o contexto socioeconômico no município do Rio de Janeiro, RJ. **Rev Saude Publ.** v.43 n.4 p. 666-73, 2009.

AMÂNCIO, F.F.; FERRAZ, M.L.; ALMEIDA, M.C.; PESSANHA, J.E.; IANI, F.C.; FRAGA, G.L; LAMBERTUCCI, J.R.; CARNEIRO, M. Dengue virus serotype 4 in a highly susceptible population in Southeast Brazil. **J Infect Public Health.** v. 7, n.6, p.547-52, 2014.

ARAÚJO, J.R.de.; FERREIRA, E.F.; ABREU, M.H.N.G.de. Revisão sistemática sobre estudos de espacialização da dengue no Brasil. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v. 11, n. 4, p. 696-708, 2008.

ARAÚJO, E.M.de.; COSTA, M.da.C.N.; HOGAN, V.K.; ARAÚJO, T.M.de.; DIAS, A.B.; OLIVEIRA, L.O.A.; A utilização da variável raça/cor em Saúde Pública: possibilidades e limites. **Interface - Comunicação, Saúde, Educação.** v.13, n. 31, p.383-394, 2009.

ARAÚJO, V.E.M.de.; BEZERRA, J.M.T.; AMÂNCIO, F.F.; PASSOS, V.M.de.A.; CARNEIRO, M.; Aumento da carga de dengue no Brasil e unidades federadas, 2000 e 2015: análise do Global Burden of Disease Study. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v.20 n.1, p. 205-216. 2017.

BAPTISTA, D.Q.; BRUHN, F.R.P.; ROCHA, C.M.B.M.DA.; TORRES, F.C.; MACHADO, E.D.; SÁFADI, T.; PEREIRA, S.M. Temporal series analyses in equine infectious anemia cases in the State of Rio de Janeiro, Brazil, 2007 to 2011. **Rev. Bras. Med. Vet.** v.38, n.4, p.431-438, 2016.

BARBOSA JR, BARRADO JCS, ZARA ALSA, SIQUEIRA JÚNIOR JB. Avaliação da qualidade dos dados, valor preditivo positivo, oportunidade e representatividade do sistema de vigilância epidemiológica da dengue no Brasil, 2005 a 2009. **Epidemiol Serv Saude.** v.24, n.1, p.49-58, 2015.

BARBOSA, V.F.J.; FERREIRA, A.G.; DA CRUZ, I.L.S.; GONÇALVES, S.J.C.; ORSINI, M.; MALECK, M. Arboviroses: Estudo Longitudinal de Casos de Dengue. **Revista de Saúde**. v.10 n.2 p.31-36, 2019.

BELO HORIZONTE. Secretaria Municipal de Saúde. **Dengue**. Disponível em <<https://prefeitura.pbh.gov.br/saude/informacoes/vigilancia/vigilancia-epidemiologica/doencas-transmissiveis/dengue>> Acesso em 10/11/2019.

BELO HORIZONTE. Secretaria Municipal de Saúde. **Padronização das ações para controle vetorial da dengue desenvolvidas no município de Belo Horizonte**. Manual Técnico. 2019.

BESERRA, E.; FERNANDES, C.; SOUSA, J.; FREITAS, E.; SANTOS, K. Efeito da qualidade da água no ciclo de vida e na atração para oviposição de *Aedes aegypti* (L) (Diptera: culicidae). **Neotropical Entomology**. v.39, p.1016-1023, 2010.

BETT, B.; GRACE, D.; LEE, H.S.; LINDAHL, J.; NGUYEN-VIET, H.; PHUC, P.D; Análise espacial e temporal de registros históricos (2001–2012) sobre dengue no Vietnã e desenvolvimento de um modelo estatístico para previsão de risco. **PLoS ONE** v.14, n.11, 2019.

BLIEMEL, F.; MACKAY, D.B. Theil's Forecast Accuracy Coefficient : A Clarification. **J Mark Res**. 1973, p.444–447.

BÖHM, A. W.; COSTA, C. S.; NEVES, R. G.; FLORES, T. R.; NUNES, B. P. Tendência da incidência de dengue no Brasil, 2002-2012. **Epidemiol. Serv. Saúde**. v.25, n.4, 2016.

BOECKMANN, M., & JOYNER, T. A. Old health risks in new places? Na ecological niche model for *I. ricinus* tick distribution in Europe under a changing climate. **Health & Place**. v.30, p.70–77, 2014.

BORTMAN, M. Elaboración de corredores o canales endémicos mediante planillas de cálculo. **Rev PanamSalud Publica**. v.5, n.1, p:1-8, 1999.

BRAGA, I.A.; VALLE, D. *Aedes aegypti*: inseticidas, mecanismo de ação e resistência. **Rev. Epidemiol. Serv. Saúde**. v.16, n 4, p:279-293 2007.

BRASIL. 2017. Ministério da Saúde. **Guia de vigilância em saúde**. In: 1a edição. Vol. 2. Brasília: Ministério de Saúde; p. 222, 2017.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Guia de Vigilância em Saúde** – 3ª. ed. – Brasília: Ministério da Saúde, p.740, 2019.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Dengue: sintomas, causas, tratamentos e prevenção**. Disponível em: <<http://www.saude.gov.br/saude-de-a-z/dengue>>. Acesso em: 05/01/2020.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Monitoramento dos casos de arboviroses urbanas transmitidas pelo Aedes (dengue, chikunguya e zika), Semanas Epidemiológicas 01 a 52**. Boletim Epidemiológico. Brasília. v.51, 2020.

BRUHN, F.R.P.; MORAIS, M.H.F.; CARDOSO, D.L.; BRUHN, N.C.P.; FERREIRA, F.; ROCHA, C.M.M. Spatial and temporal relationships between human and canine visceral leishmaniasis in Belo Horizonte, Minas Gerais, 2006–2013. **Parasites Vectors**, v.11, n.1, p.372-384, 2018.

CAMPOS, N.B.D.; MORAIS, M.H.F.; CEOLIN, A.P.R.; CUNHA, M.da.C.M.; NICOLINO, R.R.; SCHULTES, O.L.; FRICHE, A.A.de.L.; CAIAFFA, W.T. Twenty-Two years of dengue fever (1996-2017): na epidemiological study in a Brazilian city, **International Journal of Environmental Health**. 2019.

CARDOSO, I.M.; CABIDELLE, A.de.S.A.; BORGES, P.de.C.L.; LANG, C.F.; CALENTI, F.G.; NOGUEIRA, L.de.O.; FALQUETO, A.; CERUTTI JUNIOR, C. Dengue: clinical forms and risk groups in a high incidence city in the southeastern region of Brazil. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**. v.44, n.4, p.430-435 2011.

CAVALCANTE WD, VILAR MSA, VILAR DA, SOARES CS. Características epidemiológicas da dengue na comunidade São Januário II na cidade de Campina Grande - PB. **Rev Bras Farm**. v.92, n.4, p. 287-294, 2011.

CONSOLI, R.A.G.B.; OLIVEIRA, R.L. **Principais mosquitos de importância sanitária no Brasil**. Rio de Janeiro: Fiocruz; 1994. 228 p.

CORRÊA, P.R.L.; FRANÇA, E.; BOGUTCHI, T.F. Infestação pelo *Aedes aegypti* e ocorrência da dengue em Belo Horizonte, Minas Gerais. **Revista de Saúde Pública**. v.39, n.1, p.33-40, 2005.

COSTA, I.M.P.; CALADO, D.C.; Incidência dos casos de dengue (2007-2013) e distribuição sazonal de culicídeos (2012-2013) em Barreiras, Bahia. **Epidemiologia e Serviços de Saúde** [online]. v. 25, n. 4, p. 735-744, 2016.

COSTA, S.D.S.B.; BRANCO, M.D.R.F.C.; AQUINO JUNIOR, J.; RODRIGUES, Z.M.R.; QUEIROZ, R.C.S.; ARAUJO, A.S.; CÂMARA, A.P.B.; SANTOS, P.S.D.; PEREIRA, E.D.A.; SILVA, M.D.S.D.; COSTA, F.R.V.D.; SANTOS, A.V.D.D.; MEDEIROS, M.N.L.; ALCÂNTARA JÚNIOR, J.O.; VASCONCELOS, V.V.; SANTOS, A.M.D.; SILVA, A.A.M.D. Spatial analysis of probable cases of dengue fever, chikungunya fever and zika virus infections in Maranhao State, Brazil. **Rev Inst Med Trop Sao Paulo**. v.25, n.60, 2018.

CREMESE. **Conselho SUS completa 20 anos, mas não implanta seus princípios fundamentais**. Regional de Medicina do Estado do Sergipe. Disponível em: < [http://www.cremese.org.br/index.php?option=com\\_content&view=article&id=20986:sus-completa-20-anos-mas-nao-implanta-seus-principios-fundamentais&catid=3](http://www.cremese.org.br/index.php?option=com_content&view=article&id=20986:sus-completa-20-anos-mas-nao-implanta-seus-principios-fundamentais&catid=3) > Acesso em:15/06/2019.

DIAS, D.M.; MARTINEZ, C.B.; LIBANIO, M. Avaliação do impacto da variação da renda no consumo domiciliar de água. **Eng. Sanit. Ambient.** v. 15, n. 2, p. 155-166, 2010.

DICKEY D, FULLER W.. Distribution of the estimators for autoregressive time series with a unit root. **Journal of the American Statistical Association**. v.74 n.366, p.427-431, 1979.

DONALISIO, M.R.; FREITAS, A.R.R.; ZUBEN; A.P.B.V. Arbovirose emergente no Brasil: desafios e implicações para a saúde pública. **Rev. Saúde Pública**, v. 51, n.30, 2017.

DUARTE E, EBLE LJ, GARCIA LP. 30 anos do Sistema Único de Saúde. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**. v.27, n.1, 2018.

DUTRA, H.L.; SILVA, V.L.; FERNANDES M, R.; LOGULLO, C.; FREITAS, R.M.; MOREIRA, L.A. The influence of larval competition on Brazilian Wolbachia-infected *Aedes aegypti* mosquitoes. **Parasit Vectors**. v.16 n.9 p.282, 2016.

EDEZMA A.J.G.; RODRIGUEZ C.N.; URENA P.J. Herramientas Cartográficas digitales en la vigilancia de enfermedades transmitidas por *Aedes* spp; caso en Costa Rica. **Revista Costarricense de Salud Pública**, v. 27, n. 1, p. 87-101, 2018.

EHLERS RS. **Análise de séries temporais**. Universidade Federal do Paraná: Curitiba, Brasil, 2007.

FERREIRA, A.C.; NETO, F.C.; MONDINI, A.; Dengue in Araraquara, state of São Paulo: epidemiology, climate and Aedes aegypti infestation. **Rev. Saúde Pública**, v. 52, n.18, 2018.

FIGUEIREDO, J.O; PRADO, N.M.DE.B.L.; Medina, M.G.; Paim, J.S. Gastos público e privado com saúde no Brasil e países selecionados. **Saúde em Debate**. v.42, n.2, p:37-47, 2018.

FIOCRUZ. Fundação Oswaldo Cruz. **Dengue**. Disponível em <<http://www.cpqrr.fiocruz.br/pg/dengue/>>. Acesso em: 10/12/2019.

FORSHEY, B.M.; GUEVARA, C.; LAGUNA-TORRES, V.A.; CESPEDES, M.; VARGAS, J.; Arboviral Etiologies of Acute Febrile Illnesses in Western South America, 2000–2007. **PLOS Neglected Tropical Diseases**.v.4, n.8, 2010.

GIOVANETTI, M., MENDONÇA, M.C.L.; FONSECA, V. Yellow Fever Virus Reemergence and Spread in Southeast Brazil, 2016-2019. **J Virol**. v.94 n.1, 2019.

GÖERTZ, G.P.; VOGELS, C.B.F., GEERTSEMA, C.; KOENRAADT, C.J.M.; PIJLMAN, G.P. Mosquito coinfection with Zika and chikungunya virus allows simultaneous transmission without affecting vector competence of Aedes aegypti. **PLoS Negl Trop Dis**, v.11, n.6, 2017.

GUZMAN, M.G.; HALSTEAD, S.B.; ARTSOB, H.; BUCHY, P.; FARRAR, J.; GUBLER, D.J. Dengue: a continuing global threat. **Nat Rev Microbiol**. v.8, n.12, p:7-16, 2010.

HINO, P.; SANTOS, C.C.; SANTOS, M.O.; CUNHA, T.N.; SANTOS, C.B. Evolução temporal da dengue no município de Ribeirão Preto, São Paulo, 1994 a 2003. **Ciênc. saúde coletiva**, v. 15, n. 1, p. 233-238, 2010.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Belo Horizonte Cidades**. 2019. Disponível <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/belo-horizonte/panorama>> . Acesso em 11 de dezembro de 2019.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Indígenas**. Disponível em <<https://indigenas.ibge.gov.br/graficos-e-tabelas-2.html>> Acesso em: 10/01/2020.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Estimativa**. Disponível em <<https://www.ibge.gov.br/apps/populacao/projecao/>> Acesso em: 10/01/2020.

IMET. Instituto Nacional de Meteorologia. **Dados Históricos**. Disponível em <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>> Acesso em: 02/01/2020.

IOC. Instituto Oswaldo Cruz. **Dengue, Vírus e Vetor**. Disponível em <<http://www.ioc.fiocruz.br/dengue/textos/oportunista.html>> Acesso em 25/01/2020.

JETTEN, T.H.; FOCKS, D.A. Potential changes in the distribution of dengue transmission under climate warming. **Am J Trop Med Hyg**, v.57, p:285-97, 1997.

KATZELNICK, L.C.; COLOMA, J.; HARRIS, E. Dengue: knowledge gaps, unmet needs and research priorities. **Lancet Infect dis**. v.17, n.3, 2018.

LATORRE, M.R.D.O.; CARDOSO, M.R.A. Time series analysis in epidemiology: na introduction to methodological aspects. **Rev Bras Epidemiol**. v.4 p:145-152, 2001.

LIMA-CAMARA, T.N.; Arboviroses emergentes e novos desafios para a saúde pública no Brasil. **Rev. Saúde Pública**. v. 50, n.36, 2016.

LJUNG, G.M.; BOX, G.E.P. On a measure of lack of fit in time series models. **Biometrika**. v.65, p. 297-303, 1978.

LOPES, N.; NOZAWA, C.; LINHARES, R.E.C. Características gerais e epidemiologia dos arbovírus emergentes no Brasil. **Rev Pan Amaz Saúde**. v.5, n.3, p. 55-64, 2014.

MALTA, D.C.; STOPA, S.R.; SANTOS, M.A.S.; ANDRADE, S.S.C.de.A.; OLIVEIRA, M. M.de.; PRADO, R.R.do.; SILVA, M.M.A.da. Fatores de risco e proteção de doenças e agravos não transmissíveis em adolescentes segundo raça/cor: Pesquisa Nacional de Saúde do Escolar. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v.20, n.2, p. 247-259, 2017.

MARTINEZ, E.Z.; SILVA, E.A.S. Predicting the number of cases dengue infection in Ribeirão Preto, São Paulo state, Brazil, using a SARIMA model. **Cad. Saúde Pública**. v. 27 n. 9 p. 1809 – 1818, 2011.

MARTINEZ, E.Z.; SILVA, E.A.S.; FABBRO, A.L.D. Um modelo de previsão SARIMA para prever o número de casos de dengue em Campinas, Estado de São Paulo, Brasil. **Rev. Soc. Bras. Med. Trop.** v. 44, n. 4, p. 436-440, 2011.

MENDES, A.M.; LEITE, M.S.; LANGDON, E.J.; GRISOTTI, M. O desafio da atenção primária na saúde indígena no Brasil. **Rev Panam Salud Publica.** v.27, n.42, 2018.

MORAES, G.H.; DUARTE, E.C. Análise da concordância dos dados de mortalidade por dengue em dois sistemas nacionais de informação em saúde, Brasil, 2000-2005. **Cadernos de Saúde Pública.** v. 25, n.11, p.2354-2364, 2009.

MORETTIN, P.A.; TOLOI, C.M.C. **Análise de séries temporais.** 2. ed. São Paulo: Edgard Blucher, p. 729, 2006.

MOTA, A.K.M.DA.; MIRANDA FILHO, A.L.; SARACENI, V.; KOIFMAN, S. Mortalidade materna e incidência de dengue na Região Sudeste do Brasil: estudo ecológico no período 2001-2005. **Cad de Saúde Pública.** v. 28, n.6, p:1057-1066, 2012.

NAHAS, M.I.P.; MOURA, A.S.A.DE.; CARVALHO, R.C.DE.; HELLER, L. Desigualdade e discriminação no acesso à água e ao esgotamento sanitário na Região Metropolitana de Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil. **Cadernos de Saúde Pública,** v.35 n.4, 2019.

NASCIMENTO, L.B.DO.; SIQUEIRA, C.M.; COELHO, G.E.; SIQUEIRA JÚNIOR, J.B. Dengue em gestantes: caracterização dos casos no Brasil, 2007-2015. **Epidemiologia e Serviços de Saúde,** v.26 n.3, p.433-442, 2017.

OLIVEIRA, R.M.A.B.; ARAÚJO, F.M.C.; CAVALCANTI, L.P.G. Aspectos entomológicos e epidemiológicos das epidemias de dengue em Fortaleza, Ceará, 2001-2012. **Epidemiol. Serv. Saúde,** v. 27, n. 1, 2018.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. **Informação sobre enfermidades transmitidas por vetores.** Disponível em: <<http://www.who.int/campaigns/world-health-day/2014/vector-borne-diseases/es/>>. Acesso em: 28 de outubro de 2019.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. **Dengue.** Disponível em: <[https://www.paho.org/bra/index.php?option=com\\_content&view=article&id=5963:folha-informativa-dengue-e-dengue-grave&Itemid=812](https://www.paho.org/bra/index.php?option=com_content&view=article&id=5963:folha-informativa-dengue-e-dengue-grave&Itemid=812)> Acesso em: 29/12/2019.

OTERO, U.B.; ROZENFELD, S.; GADELHA, A.J. Óbitos por desnutrição em idosos, São Paulo e Rio de Janeiro, Análise de séries temporais. 1980 – 1996. **Rev. Bras. Epidemiologia**. v.4 n.3, 2001.

PIOVEZAN, R.; VISOCKAS, A.; DE AZEVEDO, T.S.; ZUBEN, C.J.V.; SALLUM, M.A.M. Spatial–temporal distribution of *Aedes (Stegomyia) aegypti* and locations of recycling units in southeastern Brazil. **Parasites Vectors**, v.12, n.541, 2019.

REY, J.; LOUNIBOS, P. Ecología de *Aedes aegypti* y *Aedes albopictus* en América y transmisión de enfermedades. **Revista Biomédica**; v.35, p.177-85, 2015.

RIBEIRO, A.F.; MARQUES, G.R.M.A.; VOLTOLINI, J.C.; CONDINO, L.F. Associação entre incidência de dengue e variáveis climáticas. **Rev. Saúde Pública**, v. 40, n. 4, p. 671-676, 2006.

ROMERO, D.E.; MAIA, L.; MUZY, J. Tendência e desigualdade na completude da informação sobre raça/cor dos óbitos de idosos no Sistema de Informações sobre Mortalidade no Brasil, entre 2000 e 2015. **Cad. Saúde Pública**, v. 35, n. 12, 2019.

SALVATELLA, R. *Aedes aegypti*, *Aedes albopictus* (Diptera, Culicidae) y su papel como vectores en las Américas. La situación de Uruguay. **Rev Med Uruguay**. v.12, p.28- 36, 1996.

SANTOS, B.L.; BRUHN, F.R.P.; COELHO, A.C.B.; ESTIMA-SILVA, P.; ECHENIQUE, J.Z.; SALLIS, E.S.V.; SCHILD, A.L. Epidemiological study of rabies in cattle in Southern Brazil: spatial and temporal distribution from 2008 to 2017. **Pesquisa Veterinária Brasileira**. v.39 n.7 p.460-468, 2019.

SCANDAR, S.A.S.; VIEIRA, P.; CARDOSO JUNIOR, R.P.; SILVA, R.A.; PAPA, M.; SALLUM, M.A.M. Dengue em São José do Rio Preto, Estado de São Paulo, Brasil, 1990 a 2005: fatores entomológicos, ambientais e socioeconômicos. **Bol Epidemiol Paul**. v.7, n.81, p.4-16, 2010.

SILVA, H.H.G.; SILVA, I.G. Influência do período de quiescência dos ovos sobre o ciclo de vida de *Aedes aegypti* (Linnaeus, 1762) (Diptera, Culicidae) em condições de laboratório. **Rev Soc Bras Med Trop**. v.32, n.4, p.349–55, 2009.

SILVA, M.G.N.M., RODRIGUES, M.A.B., ARAUJO, R.E.de.; Sistema de aquisição e processamento de imagens de ovitrampas para o combate à dengue. **Rev. Bras. Eng. Bioméd.** v. 28, n. 4, p. 364-374, 2012.

SOARES, M.M.A.; ZUCHI, A.P.; LOPES, C.V.A.; ANJOS, M.de.C.R. Percepção de conselheiros de saúde acerca do tema agrotóxicos: o papel da participação social em uma sociedade que adocece. **Saúde e Sociedade**, v.28 n.1, p.337-349, 2019.

STANAWAY, J.D.; SHEPARD, D.S.; UNDURRAGA, E.A.; HALASA, Y.A.; COFFENG, L.E.; BRADY, O.J.; HAY, S.I.; BEDI, N.; BENSENOR, I.M.; CASTAÑEDA-ORJUELA, C.A.; CHUANG, T.W.; GIBNEY, K.B.; MEMISH, Z.A.; RAFAY, A.; UKWAJA, K.N.; YONEMOTO, N.; MURRAY, C.J.L. The global burden of dengue: an analysis from the Global Burden of Disease Study 2013. **Lancet Infect Dis**. v.16, n.6, p.712-723, 2016.

TEICH, V.; ARINELL, R.; FAHHAN, L. Aedes aegypti and society: the economic burden of arboviruses in Brazil. **J. bras. econ. Saúde**. v.9, n.3, p. 267-276, 2017.

VIANA, D.V., IGNOTTI, E.; A ocorrência da dengue e variações meteorológicas no Brasil: revisão sistemática. **Revista Brasileira de Epidemiologia** [online]. v. 16, n. 2, 2013.

XAVIER, D.R.; MAGALHÃES, M.DE.A.F.M.; GRACIE, R.; REIS, I.C.DOS.; MATOS, V.P.DE.; BARCELLOS, C. Difusão espaço-tempo do dengue no Município do Rio de Janeiro, Brasil, no período de 2000-2013. **Cadernos de Saúde Pública**, v.33, n.2, 2017.

ZARA, A. L. S. A.; SANTOS, S. M.; FERNADES-OLIVEIRA, E. S.; CARVALHO, R. G.; COELHO, G. E. Estratégias de controle do Aedes aegypti: uma revisão. **Epidemiol. Serv. Saúde**. v.25, n.2, 2016.

## **Anexos**

## Anexo I – Termo de Anuência Institucional

### TERMO DE ANUÊNCIA INSTITUCIONAL

Declaramos conhecer o projeto de pesquisa **Relação espacial e temporal da presença de ovos de *Aedes aegypti* e ocorrência de dengue em Belo Horizonte, Minas Gerais, 2011-2018**, sob a responsabilidade do pesquisador Fábio Raphael Pascoti Bruhn, CPF 349.787.388-81, cujo objetivo é caracterizar a relação espacial e temporal da incidência de ovos de *A. aegypti* e da dengue e destas com seus determinantes sociais e ambientais em Belo Horizonte, Minas Gerais entre 2011 e 2018 e autorizamos que este estudo seja executado com o auxílio dos bancos de dados da GVIGE e DIZO da Secretaria Municipal de Saúde de Belo Horizonte – SMSA-BH.

Esta autorização foi subsidiada por uma apreciação institucional das gerências responsáveis pela temática da pesquisa e está condicionada ao cumprimento pelos (a/o) pesquisadores (a/o) dos requisitos da Resolução 466/12 e suas complementares.

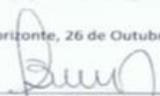
A SMSA-BH deverá constar como coparticipante da pesquisa.

Solicitamos que, ao término da pesquisa, a data da apresentação do trabalho seja informada à Gerência de Educação em Saúde da Secretaria Municipal de Saúde de Belo Horizonte, assim como a referência do mesmo, em caso de publicação.

A utilização dos dados pessoais dos sujeitos da pesquisa se dará exclusivamente para os fins científicos propostos, mantendo o sigilo e garantindo a utilização das informações sem prejuízo das pessoas, grupos e ou comunidades.

Belo Horizonte, 26 de Outubro de 2018

  
Lúcia Maria Miana Mattos Paixão  
Diretoria de Promoção à Saúde e  
Vigilância Epidemiológica  
Secretaria Municipal de Saúde/SMSA

  
Cláudia Fidelis Barçaro  
Gerência de Educação em Saúde  
Secretaria Municipal de Saúde/SMSA

  
Eduardo Viana Vieira Gusmão  
Diretoria de Zoonoses  
Secretaria Municipal de Saúde/SMSA