



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE GEOGRAFIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA
ANÁLISE, PLANEJAMENTO E GESTÃO AMBIENTAL**



**ANÁLISE TEMPORAL DA RELAÇÃO ENTRE DENGUE E VARIÁVEIS
CLIMÁTICAS NA CIDADE DE UBERLÂNDIA – MG**

EDUARDO SOARES LEITE

UBERLÂNDIA

2023

EDUARDO SOARES LEITE

***ANÁLISE TEMPORAL DA RELAÇÃO ENTRE DENGUE E VARIÁVEIS CLIMÁTICAS NA CIDADE DE
UBERLÂNDIA – MG***

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Geografia da Universidade Federal de Uberlândia, como requisito parcial à obtenção do título de doutor em Geografia.

Linha de Pesquisa: Análise, Planejamento e Gestão Ambiental.

Orientador: Paulo Cezar Mendes

Uberlândia/MG

INSTITUTO DE GEOGRAFIA

2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da UFU, MG, Brasil.

L533a
2023 Leite, Eduardo Soares, 1995-
 Análise temporal da relação entre dengue e variáveis climáticas na
 cidade de Uberlândia - MG [recurso eletrônico] / Eduardo Soares Leite.
 - 2023.

 Orientador: Paulo Cezar Mendes.
 Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Uberlândia, Programa
 de Pós-Graduação em Geografia.

 Modo de acesso: Internet.

 Disponível em: <http://doi.org/10.14393/ufu.te.2023.8041>

 Inclui bibliografia.

 Inclui ilustrações.

 1. Geografia. I. Mendes, Paulo Cezar, 1972-, (Orient.). II.
 Universidade Federal de Uberlândia. Programa de Pós-Graduação em
 Geografia. III. Título.

CDU: 910.1

 André Carlos Francisco
 Bibliotecário - CRB-6/3408



ATA DE DEFESA - PÓS-GRADUAÇÃO

Programa de Pós-Graduação em:	GEOGRAFIA				
Defesa de:	Tese de Doutorado Acadêmico, Número 243, PPGGEO				
Data:	27 de abril de 2023	Hora de início:	13h:30min.	Hora de encerramento:	17h:00min.
Matrícula do Discente:	11913GEO005				
Nome do Discente:	EDUARDO SOARES LEITE				
Título do Trabalho:	ANÁLISE TEMPORAL DA RELAÇÃO ENTRE DENGUE E VARIÁVEIS CLIMÁTICAS NA CIDADE DE UBERLÂNDIA - MG				
Área de concentração:	DINÂMICAS TERRITORIAIS E ESTUDOS AMBIENTAIS				
Linha de pesquisa:	ESTUDOS AMBIENTAIS E GEOTECNOLOGIAS				
Projeto de Pesquisa de vinculação:					

Reuniu-se no Campus Santa Mônica de forma on-line do Instituto de Geografia da Universidade Federal de Uberlândia, a Banca Examinadora, designada pelo Colegiado do Programa de Pós-graduação em GEOGRAFIA, assim composta: Professores Doutores: [Vanderlei de Oliveira Ferreira - IG-UFU](#); [Rildo Aparecido Costa - FACIP-PONTAL](#); [Rafael de Ávila Rodrigues - IGEO-UFCAT-GO](#); [Arlei Teodoro de Queiroz - IFTM-MG](#) e [Paulo Cezar Mendes - IG-UFU](#) (orientador do candidato). Os Professores participaram de forma remota.

Iniciando os trabalhos o(a) presidente da mesa, [Professor Paulo Cezar Mendes - IG-UFU](#), apresentou a Comissão Examinadora e o candidato, agradeceu a presença do público, e concedeu ao Discente a palavra para a exposição do seu trabalho. A duração da apresentação do Discente e o tempo de arguição e resposta foram conforme as normas do Programa.

A seguir o senhor(a) presidente concedeu a palavra, pela ordem sucessivamente, aos(às) examinadores(as), que passaram a arguir o(a) candidato(a). Ultimada a arguição, que se desenvolveu dentro dos termos regimentais, a Banca, em sessão secreta, atribuiu o resultado final, considerando o(a) candidato(a):

[Aprovado\(a\).](#)

Esta defesa faz parte dos requisitos necessários à obtenção do título de [Doutor](#).

O competente diploma será expedido após cumprimento dos demais requisitos, conforme as normas do Programa, a legislação pertinente e a regulamentação interna da UFU.

Nada mais havendo a tratar foram encerrados os trabalhos. Foi lavrada a presente ata que após lida eachada conforme foi assinada pela Banca Examinadora.



Documento assinado eletronicamente por **Paulo Cezar Mendes, Professor(a) do Magistério Superior**, em 27/04/2023, às 16:43, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Vanderlei de Oliveira Ferreira, Professor(a) do Magistério Superior**, em 27/04/2023, às 16:45, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Rildo Aparecido Costa, Professor(a) do Magistério Superior**, em 27/04/2023, às 16:46, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Arlei Teodoro de Queiroz, Usuário Externo**, em 27/04/2023, às 16:51, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Rafael de Ávila Rodrigues, Usuário Externo**, em 04/05/2023, às 09:25, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://www.sei.ufu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **4443432** eo código CRC **C69A1BBC**.

RESUMO

As problemáticas que envolvem as doenças tropicais são consideradas elementos primordiais nas análises referentes ao clima urbano das cidades brasileiras, sobretudo em análises de surtos epidêmicos de dengue correlacionados as condições socioambientais que envolvem o dinamismo urbano. Neste contexto, este estudo teve por objetivo analisar a relação de variáveis climáticas com a dinâmica de casos de dengue em Uberlândia, Minas Gerais. Foram utilizados dados mensais das variáveis climáticas (temperaturas média, máxima e mínima, umidade relativa e precipitação) e de casos de dengue dentro de duas séries, a primeira do período de janeiro de 2010 a dezembro de 2019 e a outra do período de junho de 2021 a junho de 2022. Os dados climáticos foram oriundos da estação meteorológica situada na Universidade Federal de Uberlândia e as notificações de dengue do DATASUS e da Secretaria Municipal de Saúde de Uberlândia. Os resultados apontam, para a série de 2010 a 2019, um aumento dos casos de dengue junto ao acréscimo da temperatura mínima, acima da faixa dos 18 °C, da temperatura média, principalmente na faixa dos 26 °C a 28 °C e da umidade relativa, acima de 70%. Em contrapartida, observou-se uma redução nos casos, em anos com médias mensais de temperatura máxima acima de 30 °C. Para a série de 2021 a 2022, cada setor da cidade apresentou uma condição climática peculiar na previsão dos casos de dengue pelo modelo estatístico. Como por exemplo, no setor central, o aumento na umidade relativa demonstrou correlação positiva para os casos de dengue. Já no setor leste a variável temperatura mínima teve maior previsibilidade estatística. Dentro das limitações que a dinâmica da dengue oferece, devido a sua multicausalidade, a análise permitiu verificar uma relação estatística direta das variáveis climáticas com o número de casos de dengue e anos epidêmicos na cidade, informações que podem servir de subsídio para planos de ação e gestão que visem reduzir os impactos negativos das epidemias de dengue na população uberlandense.

Palavras-Chave: Uberlândia, dengue, variáveis climáticas.

ABSTRACT

Problems involving tropical diseases are considered key elements in analysis related to the urban climate of Brazilian cities, especially in analysis of epidemic outbreaks of dengue correlated with the socio-environmental conditions that involve urban dynamism. In this context, this study aimed to analyze the relationship between some climatic variables and the dynamics of dengue cases in Uberlândia, Minas Gerais. Monthly data from climate variables (average, maximum and minimum temperatures, relative humidity and precipitation) and dengue cases were used within two series, the first from January 2010 to December 2019 and the other from June 2021 to June 2022. Climatic data were taken from the meteorological station located at the Federal University of Uberlândia and dengue notifications from DATASUS and the Municipal Health Department of Uberlândia. The results indicate, for the series from 2010 to 2019, an increase in dengue cases along with the increase in the minimum temperature, above the range of 18 °C, the average temperature, mainly in the range of 26 °C to 28 °C and relative humidity, above 70%. On the other hand, there was a reduction in cases in years with monthly average maximum temperature above 30 °C. For the series from 2021 to 2022, each sector of the city presented a peculiar climatic condition in the prediction of dengue cases by the statistical model. For example, in the central sector, the increase in relative humidity showed a positive correlation with dengue cases. In the eastern sector, the minimum temperature variable had greater statistical predictability. Within the limitations that the dynamics of dengue offers, due to its multi-causality, the analysis made it possible to verify a direct relationship between the climatic variables and the number of dengue cases and epidemic years in the city, information that can serve as a subsidy for action and management plans aimed at reducing the negative impacts of dengue epidemics on the population of Uberlândia.

Keywords: Uberlândia, dengue, climate variables.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	10
2 REFERENCIAL TEÓRICO-METODOLÓGICO	16
2.1 A Relação Clima e Saúde.....	17
2.2 A Ecologia da Dengue	23
2.3 A Climatologia da Dengue.....	26
2.4 A dengue em Uberlândia – MG	31
3 ÁREA DE ESTUDO	36
4 METODOLOGIA.....	40
5 RESULTADOS.....	48
5.1 A relação entre variáveis climáticas e a dengue em Uberlândia-MG para a série 2010-2019.....	49
5.2 A relação entre variáveis climáticas e a dengue por setores de Uberlândia-MG para o período de junho de 2021 a junho de 2022.....	58
5.3 A dinâmica espacial da dengue em Uberlândia – MG.....	71
5.4 A evolução espacial da dengue em Uberlândia – MG.....	77
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	88
REFERÊNCIAS	90

1 INTRODUÇÃO

O clima e suas variações atmosféricas tem o poder de impactar a sociedade de diversas maneiras. Efeitos causados por fenômenos extremos (ondas de calor, tempestades, inundações e deslizamentos); calamidade naturais com formação de ondas de refugiados, consequências diretas à saúde, provocadas por alterações ecológicas e alterações climáticas (proliferação de vetores e queda na produção de alimentos) são expoentes dessas consequências responsáveis por gerar implicações deletérios nas condições de vida do humana (CONFALONIERI ET AL., 2007)

Em relação a saúde, ao considerar as principais doenças vetoriais, nota-se que a dengue está entre aquelas cuja incidência é uma das mais sensíveis às flutuações climáticas. Qualquer forma de mudança sistemática - regular ou irregular, com oscilações abruptas de variáveis ou não - podem interferir na dinâmica de proliferação do mosquito (*Aedes Aegypti*) e, conseqüentemente, do vírus da dengue.

A dinâmica da dengue é complexa e envolve a interação entre o vírus responsável pela doença, o mosquito *Aedes aegypti* e o ser humano. O vírus é transmitido quando um mosquito fêmea infectado pica uma pessoa, transmitindo-o através da saliva. Uma vez dentro do corpo humano, o vírus se multiplica nas células do sistema imunológico, causando febre, dor de cabeça, dores musculares e articulares, entre outros sintomas.

O mosquito vetor é originário da África, mas atualmente é encontrado em muitas partes do mundo, incluindo a América do Sul e Central, e o Sudeste Asiático. O *Ae. Aegypti* tem hábitos diurnos e prefere se alimentar de sangue humano, geralmente picando várias vezes ao dia, durante curtos períodos. Vale ressaltar que ele tende a se reproduzir em água limpa e parada, como recipientes de água, vasos de plantas e pneus. (OMS, 2022)

Os mosquitos da dengue têm um ciclo de vida relativamente curto, que dura cerca de duas semanas em condições ideais. As fêmeas geralmente colocam seus ovos em recipientes

de água, onde as larvas se desenvolvem em poucos dias. Quando os indivíduos emergem, eles passam por uma fase de maturação antes de começar a procurar por um hospedeiro para se alimentar. Durante sua vida, os mosquitos da dengue podem transmitir o vírus da dengue para várias pessoas, tornando-se uma fonte significativa de transmissão da doença.

Nesse sentido, a compreensão dos hábitos e comportamentos do *Ae. aegypti* é crucial para o controle da dengue e outras doenças transmitidas por vetores. O seu controle é uma das principais estratégias de prevenção da dengue, e envolve a redução da população e a eliminação de criadouros de larvas. Ainda, a compreensão dos padrões de transmissão da doença pode ajudar a orientar ações de saúde pública e desenvolvimento de vacinas e terapias.

Sendo o clima um fator significativo na dinâmica da dengue, este acaba sendo um tema de estudo por especialistas de diversas frentes do saber, dentre elas Climatologia e Saúde Pública. A temperatura, a pluviosidade e a umidade são fatores importantes que afetam a reprodução e a disseminação do mosquito. Estudos como os de Tun Lin (2000), Chan e Johansson (2012) apontam que temperaturas elevadas aceleram o ciclo de vida do mosquito, aumentando a sua taxa de reprodução e conseqüentemente a disseminação da doença.

Além disso, períodos de chuva intensa podem favorecer o acúmulo de água parada em recipientes, aumentando os criadouros do mosquito. Por outro lado, períodos de seca podem levar a população a armazenarem água em locais inadequados, também favorecendo a proliferação do vetor.

De acordo com Gomes et. al (2012),

a incidência da dengue varia com as condições climáticas e está associada ao aumento da temperatura e da precipitação. Tais condições favorecem um aumento no número de criadouros disponíveis, bem como o desenvolvimento do vetor e, assim, aumentam a probabilidade de interação vetor-humano (e conseqüentemente humano-vírus). De acordo com vários estudos, a temperatura afeta o tamanho da população, o período de maturação, a atividade de sugar o sangue e a taxa de sobrevivência do *Ae. Aegypti*. (GOMES et. al, 2012, p. 1189)

Dada essa conjuntura, no Brasil, a transmissão da dengue vem acontecendo de forma

contínua e preocupante desde 1986, tanto que as epidemias de dengue têm sido um desafio permanente para os governos e para o Sistema Único de Saúde (SUS). O aumento significativo de demanda nas unidades de saúde impõem gastos exorbitantes e outras medidas de controle do vetor que sejam capazes de reduzir a incidência da doença em todo o país, além de maior capacidade de organização dos gestores e de políticas públicas que garantam o acesso à assistência de saúde.

Para se ter uma ideia dessa problemática, nas Américas, o Brasil é o país com o maior número de casos - embora 78% das notificações tenham ocorrido entre 2000 e 2005, e ocupa o primeiro lugar no mundo com milhões de casos da doença. (LINDOSO & LINDOSO, 2009; TEIXEIRA et al., 2009).

Além disso, estima-se que, para cada caso ambulatorial de dengue no Brasil, sejam gastos cerca de 400 dólares, incluindo gastos diretos e indiretos. Quando necessário hospitalização, os custos ultrapassam os 900 dólares por paciente. (SHEPARD *et al.*, 2011).

De 2010 a 2013, a Organização Mundial da Saúde (OMS) registrou um aumento de 2,4 para mais de 3 milhões de casos de dengue em todo o mundo, crescimento também observado em Uberlândia (MG) e corroborado pelos estudos de Carvalho (2017), que quantificou mais de trinta e seis mil ocorrências entre 2011 a 2015 (ano de maior incidência, com dezesseis mil casos) na cidade mineira.

Fato é que desde 2005, Uberlândia tem sofrido recorrentemente com surtos da doença, chegando a mais de trinta e uma mil pessoas com o vírus em 2019. De acordo com o Ministério da Saúde do Brasil (2021) em todo o país, foram registrados 1.528.064 casos de dengue em 2019, com 782 mortes relacionadas à doença. Já para o ano de 2020, foram registrados 1.113.381 casos e 441 mortes.

Esse aumento está relacionado com diversos fatores socioeconômicos, sanitários e ambientais. No entanto, como já observado o clima deve ser considerado uma variável

importante, dado que os aumentos nas temperaturas associados à manutenção dos índices pluviométricos podem estar oferecendo condições ideais para a maior proliferação e atividade do mosquito.

Até mesmo o tempo de incubação do vírus no vetor pode estar associado ao maior número de casos. Pesquisas em laboratório já demonstraram que, em temperaturas acima de 28°C, o tempo de incubação da doença reduz em até 10 dias, aumentando as chances de novos casos de dengue. Chan e Johansson (2012), por exemplo, estimaram o período de incubação médio em 15 dias a 25°C e de 6,5 dias a 30°C.

De acordo com o Centro de Vigilância Epidemiológica do Estado de São Paulo (2021), em anos com temperaturas elevadas e períodos de chuva intensa, como ocorreu em 2019, a incidência da doença tende a ser maior. Por outro lado, em anos com períodos de seca, como ocorreu em 2014 e 2018, a incidência tende a ser menor. Além disso, um estudo publicado na revista científica PLoS Neglected Tropical Diseases em 2017 mostrou que a variação da temperatura e da umidade afeta a atividade de alimentação e a capacidade reprodutiva do mosquito *Aedes aegypti*.

Ainda, ao se considerar que a maioria dos casos de dengue em Uberlândia são notificados no trimestre de março, abril e maio, torna-se evidente a sazonalidade anual dos casos na região, o que reforça ainda mais a relação dessa endemia com o clima local/regional. É normal que os casos se concentrem nessa parte do ano no Brasil, uma vez que é quando o período chuvoso já formou diversos reservatórios para a proliferação do mosquito e quando as temperaturas médias, máximas e mínimas são ideais para o desenvolvimento em todas as fases do vetor e para o aumento das suas atividades diárias.

Diversos trabalhos demonstram que o período de maior risco de dengue situa-se durante ou logo após a estação das chuvas (Natal, 2002; Ribeiro et al., 2006; Silva et al., 2006). Nesses períodos, são observados picos epidêmicos nas cidades com colonização de *Aedes aegypti* e

circulação viral, enquanto que nos demais meses do ano a incidência chega a números bastante reduzidos ou até mesmo não há notificação. (SIQUEIRA et. al, 2018).

Nesse sentido, pensando nas mudanças climáticas previstas para as próximas décadas, é importante compreender a variabilidade e a periodicidade dos casos de dengue em relação às variáveis climáticas. Em um contexto de aumento das temperaturas, novas dinâmicas climáticas alterarão os ambientes de propagação e as variações anuais da doença, aumentando as faixas dos vetores, a duração da atividade e até o período infeccioso do mosquito.

Sob essa lógica, na América Latina e em especial no Brasil, considerando a elevação das médias térmicas globais e das precipitações, estima-se uma intensificação na disseminação das doenças vetoriais, como a dengue e a malária, tendo em vista a expansão das áreas geográficas de transmissão. (MENDONÇA, 2003)

No entanto, não são apenas fatores climáticos que condicionam os padrões geográficos de disseminação dos vetores e da transmissão da dengue. O clima não pode ser colocado na discussão sobre saúde e dengue a partir de um viés determinista, mas sim como um dos elementos que envolvem a multicausalidade dessa endemia.

Além dos fatores ambientais (como o clima, a vegetação, a hidrologia e o relevo) é importante considerar também os fatores sócio-demográficos (migrações, densidade populacional, economia, saneamento, resíduos etc.), os fatores biológicos (ciclo vital dos vetores), os fatores médico-sociais (efetividade dos sistemas locais de saúde e dos programas de controle de doenças, número de postos de saúde e número de médicos) e a história da doença em determinado local.

Sendo assim, é necessário analisar a vulnerabilidade ambiental dos lugares perante a dengue a partir de um viés integrador, levando em conta os fatores físicos, naturais, sociais e econômicos do espaço, como será visto adiante.

Nesse sentido a problemática da pesquisa se apoia em investigar o comportamento e

dinâmica da dengue com relação às variáveis climáticas.

Dadas essas premissas, a delimitação do problema se apoia nos seguintes questionamentos:

Existe um padrão de correlação estatística mensal e anual entre a incidência da dengue e o arranjo das variáveis climáticas?

É possível traçar uma relação entre a distribuição espacial da dengue nos setores de Uberlândia e suas respectivas características climáticas?

Ainda, levando em consideração a problemática da dengue na cidade de Uberlândia e em todo o território brasileiro, este estudo objetiva compreender a relação entre a incidência da dengue com os arranjos das principais variáveis climáticas para o período de 2010 a 2022.

Aos objetivos específicos, propõe-se:

- I- Investigar possíveis correlações entre temperaturas, precipitação e umidade relativa com a incidência da dengue.
- II- Averiguar as melhores condições climáticas para a proliferação do vetor e da doença.
- III- Mapear e analisar a distribuição da dengue na cidade para a série 2010-2019.
- IV- Analisar a correlação estatística da dengue com as variáveis climáticas por setor dentro do período de junho de 2021 a junho de 2022.
- V- Identificar e analisar a vulnerabilidade dos bairros com o maior número de casos de dengue em Uberlândia.

Tais questionamentos e objetivos apontam para uma possibilidade de compreender a dinâmica das variáveis atmosféricas do clima dos últimos anos, como forma de contribuir para o monitoramento epidemiológico da dengue em Uberlândia e, com isso, auxiliar na compreensão da sua evolução e transformação futura.

Para tanto, este estudo foi organizado em 5 capítulos:

A Introdução, com apresentação da temática a ser trabalhada, as propostas, os

objetivos da pesquisa e suas justificativas.

O Referencial Teórico Conceitual, que apresenta uma análise bibliográfica referente ao tema proposto (Clima e Saúde/ Clima e Dengue/ Ecologia da Dengue e Dengue em Uberlândia).

A Caracterização da Área de Estudo, tópico reservado para a exposição da área trabalhada e descrição do clima local. Os Procedimentos Metodológicos utilizados para o desenvolvimento da pesquisa, bem como o roteiro de abordagem.

Análise e discussão, que apresenta os resultados da investigação pertinente à interrelação entre a dinâmica climática de Uberlândia com a ocorrência e distribuição de casos de dengue..

Por fim, as conclusões e considerações finais, que apresentam o fechamento do trabalho, resumindo as informações mais pertinentes, a importância desse estudo, bem como, as dificuldades encontradas e perspectivas futuras.

2 REFERENCIAL TEÓRICO-METODOLÓGICO

A Geografia com ênfase na Climatologia Geográfica e na Climatologia Médica possui valor imensurável dentro da formação, organização e planejamento da sociedade humana, como muito bem nos atenta Monteiro:

Ora, a base de qualquer estudo sobre as condições presentes de um território e suas possibilidades no futuro, repousa, necessariamente na geografia, em cujo domínio ressalta a importância do “clima”, elemento fundamental no estudo geográfico da produção (1951, p. 3).

Nesse sentido, durante o desenvolvimento da Ciência Geográfica e suas ramificações, o clima se caracterizou como um elemento definidor do espaço geográfico e das suas dinâmicas socioambientais. Deste modo, inúmeras concepções dentro da temática homem/clima surgiram e fornecem uma ampla bibliografia. E é servindo-se dela que o

referencial teórico-conceitual desta dissertação apresenta relação direta com a temática colocada em questão e busca demonstrar as principais variáveis dentro da relação Clima/Saúde e Clima/Dengue.

Para uma melhor organização e entendimento da pesquisa, fez-se necessário dividir esta seção em quatro partes: a primeira, destinada a uma análise da relação entre Clima e Saúde; a segunda, à compreensão da ecologia da dengue; a terceira, à variabilidade climática e dengue ; por fim, a quarta, ao histórico da dengue em Uberlândia.

2.1 A Relação Clima e Saúde.

A relação entre Clima e Saúde pode ser compreendida a partir da dinâmica dos vários ritmos atmosféricos, que, inter-relacionados com fatores socioambientais, irão repercutir e interagir nas atividades humanas e no espaço geográfico, de maneira contínua ou episódica. (CONFALONIERI, 2003). Nesse sentido, os ritmos internos dos corpos também estão indissoluvelmente ligados a determinadas condições limítrofes da atmosfera.

Para a Organização Pan-americana de Saúde (2003), o clima afeta a saúde humana de diversas formas. Desastres naturais - como furacões, tempestades e inundações - matam milhares de pessoas a cada ano e comprometem a disponibilidade de água e de alimentos. As secas provocam fome e desnutrição. Chuvas fortes podem desencadear epidemias de doenças como a malária e a dengue. Sendo assim, com um cenário de saúde cada vez mais complexo no Brasil, é necessário buscar novos questionamentos e enfrentar novos desafios para oferecer à sociedade soluções inovadoras para o enfrentamento das doenças que afetam a população.

De acordo com Seild e Zannon (2004), atualmente diferentes trabalhos acadêmicos visam abordar a temática da qualidade de vida atrelada a aspectos da saúde, levando em consideração o aumento da incidência de várias endemias com diferentes contextos climáticos.

Nessa perspectiva, a Climatologia Médica, integrante dos estudos referentes à Geografia Médica, vem ganhando força no cenário científico no Brasil. Esta vertente geográfica trabalha na interface entre a Epidemiologia, a Geografia, Climatologia e a Biologia. Para Souza e Neto (2008), isso ocorre porque a análise da saúde está intrinsecamente associada às complexas e dinâmicas inter-relações entre o homem e o meio, que inclui o estilo de vida, o meio ambiente e a biologia humana.

A Geografia Médica têm sua base no pensamento hipocrático. Considera-se a obra “Dos Ares, das Águas e dos Lugares”, escrita por Hippócrates no século V a. C., o ponto de partida para as análises ambientais do espaço.

No pensamento de Hipócrates, a relação entre saúde e doença advinha do equilíbrio do organismo, mais especificamente dos fluidos do corpo. De qualquer forma, para ele, as doenças eram manifestações de desequilíbrios orgânicos. Não obstante, ele incorporava também fatores externos, tais como as estações do ano (sazonalidade climática) e as variações bruscas do tempo. Outra contribuição de Hipócrates nessa mesma direção foi a eliminação das causas místicas atribuídas às doenças, para, assim, demonstrar suas causas naturais, o que corrobora os preceitos hipocráticos de que o doente não poderia ser visto de forma inseparável do ambiente que o rodeava. Por tudo isso, para Costa (2018, p. 195) “*a importância da relação saúde-doença preconizada pelo pensamento Hipocrático, foi um marco nos estudos médico-ambientais e, por conseguinte na Geografia Médica.*”

Pode-se deduzir, pela contribuição de Hipócrates, que a Geografia Médica é resultado de análises da Medicina e da Geografia, nas quais se destacam os estudos das doenças como fruto da relação entre a sociedade e a natureza. Logo, a Geografia Médica tem como finalidade os estudos da “*distribuição e da prevalência das doenças na superfície da Terra [...] que possam advir por influência dos mais variados fatores geográficos e humanos*” (PESSOA, 1960, p.5). No contexto da evolução teórico-conceitual da Geografia Médica,

desenvolvida por Pavlovsky (1939) e Sorre (1943), principalmente em função da interferência dos fatores do meio físico no agravamento das doenças, surge, por sua vez, a Climatologia Médica.

Segundo Costa (2018), o termo Climatologia Médica foi usado pela primeira vez por Dorno, em um Congresso Climático ocorrido em Davos (Suíça), em 1925. Naquele momento, essa vertente de análise tinha preocupações mais delimitadas, visto que os principais estudos estavam relacionados ao efeito da radiação solar sobre os animais e vegetais (DORNO, 1933 apud ANNES DIAS, 1946).

De acordo com Mazetto (2008) essa vertente científica analisa diretamente a relação entre a distribuição na incidência de doenças e os aspectos físicos/ambientais no espaço geográfico. Junto disso, a história biológica de doenças e a já discutida multicausalidade permitem análises e interpretações do ponto de vista ambiental, social, cultural e até político. Em suma, *a Climatologia Médica dedica-se, à compreensão da sucessão de ritmos de tempo climático e influência nos indivíduos, ou seja, “trabalha a relação saúde/doença e tempo/clima”* (SARTORI, 2014 pag. 16).

Segundo Costa (2018, p. 200)

A Climatologia Médica não é uma disciplina isolada, nem mesmo pertence à climatologia, ela é sim uma ciência cujo papel principal é de auxiliar médicos, epidemiologistas e gestores públicos, bem como em questões de saúde pública, estudos sobre a influência dos diversos fatores atmosféricos no cotidiano da população com ênfase no processo saúde/doença. Os pesquisadores que se dedicam a essa ciência, devem sempre acompanhar pesquisas e estudos sobre patologias e o desenvolvimento e evolução da epidemiologia.

Em uma análise histórica, os estudos de Climatologia Médica tiveram seu auge entre os anos de 1900 a 1950, momento em que houve uma redução na produção acadêmica até o início de 1970, quando a ciência a incorporou novamente como uma ferramenta de gestão e promoção de saúde. (LACAZ, et. al, 1972)

A partir de 1980, as pesquisas de Climatologia Médica no Brasil consolidaram uma

base teórica-conceitual de grandes autores, como Sobral (1988); Amorim (1997); Mendonça (1999); Sant' Anna Neto e Grosso (2008); Murara e Amorim (2010); Sartori (2014), dentre outros.

Posto isto, entre os diversos fatores ambientais, é notório que o clima é primordial nas investigações geográficas e climatológicas das doenças. Para Sette e Ribeiro (2011), a dinâmica dos ritmos das variáveis climáticas, inter-relacionados, irá repercutir e interagir diretamente com a saúde humana.

Estudos realizados em vários países do mundo mostram que as pessoas são afetadas com o aumento ou diminuição das temperaturas ambiente. Segundo Ferreira (2003), o próprio bem-estar humano depende do conforto térmico e da iluminação. A depressão, por exemplo, pode estar relacionada em países de altas latitudes, como a Finlândia, ao curto período de insolação de inverno. Em contrapartida, a chegada da primavera e do verão em países temperados costuma ser motivo de alegria.

Nos estudos sobre doenças respiratórias, a sazonalidade climática é determinante para a sua ocorrência e gravidade, sobretudo quando se relacionam as variáveis temperatura, umidade relativa do ar e precipitações. Para Cançado et. Al (2006), mudanças bruscas no clima pioram a qualidade do ar respirado, principalmente durante atuação de massas de ar frias, que dificultam a circulação de correntes de vento e a circulação do material particulado, provocando aumento no número de casos de pneumonia, asma, bronquiolite e outras.

Group (1997) evidenciou em oito regiões da Europa um aumento da mortalidade por todas as causas e por doenças respiratórias com a diminuição da temperatura nos meses de inverno, entre 1992 e 1998. Da mesma forma, Laschewski e Jendritzky (2002) concluíram que a saúde da população da Alemanha é sensível ao clima em relação às condições térmicas ambientais. Os autores identificaram índices de mortalidade mais baixos durante as condições de conforto. O contrário ocorreu durante persistente estresse de frio, bem como de calor.

Nos estudos de O'Neill et. al (2005) sobre a correlação entre poluição do ar e epidemias respiratórias na Cidade do México e em Monterrey, os autores evidenciaram aumento na mortalidade em períodos de temperaturas extremas com altos índices de material particulado na atmosfera.

No Brasil, Ribeiro Sobral (2005) estudou o impacto da ilha de calor urbana na mortalidade por doenças respiratórias e cardiovasculares em idosos, apontando uma relação entre maior risco de morte nas áreas onde a intensidade da ilha de calor era mais alta. Já Pitton e Domingos (2003), interpretando imagens de satélite e cartas sinóticas para análise da circulação atmosférica regional, evidenciaram que os dias com maior número de crises hipertensivas estiveram relacionados a fatores como chuvas isoladas, longos períodos de seca e com baixos valores de umidade relativa, maiores amplitudes térmicas e mudanças bruscas do tempo atmosférico.

Além das doenças respiratórias e cardiovasculares, vale destacar a influência das variáveis climáticas nas “doenças tropicais”. De acordo com Haines (1992),

Várias doenças, como a malária, tripanossomíase, leishmaniose, filariose, amebíase, oncocercíase, esquistossomose e diversas verminoses, hoje restritas às zonas tropicais, têm relação com a temperatura e poderiam teoricamente ser afetadas pela mudança do clima (HAINES, 1992 p.140).

Para Ferreira (2003, p. 183), “estudando-se a ecologia de vetores de muitas das doenças ditas “tropicais”, percebe-se que, de fato, as altas temperaturas, a umidade relativa do ar elevada, o tempo de duração da estação de verão ou das condições de calor e umidade, dentre outros fatores, favorecem a proliferação dos mosquitos”.

Muitas pesquisas demonstraram que a temperatura e a umidade relativa do ar possuem intensa relação com a Leishmaniose Visceral (LV) em ambientes que possuem problemas de ocupação territorial, sobretudo em áreas sem planejamento urbano, com deficiências no saneamento e na saúde. (BARROS, 2006; REBELO, 2001; TAVARES, L TAVARES, E, 1999)

Outro exemplo fruto dessa relação são as doenças vetoriais e de veiculação hídrica - como a dengue - que vão ter a sua maior ou menor difusão diretamente associada à variabilidade climática. Análises meteorológicas temporais, principalmente com precipitação e temperaturas, podem contribuir na constatação de anos epidêmicos ou de anos controlados (ALMEIDA, 2016).

Sabe-se que no Brasil as condições climáticas favorecem a proliferação do mosquito *Aedes aegypti*, o principal veículo da doença. Como apontado por Oliveira et. al (2018), a relação entre o número de casos de dengue e as variáveis climáticas e pluviométricas oferece informações de suma importância para a compreensão da dinâmica de transmissão dessa infecção (OLIVEIRA et al., 2018).

Nesse viés de análise, é necessário se considerar também a dimensão espacial, dado que as características socioambientais do próprio espaço geográfico irão favorecer ou não determinados grupos a manifestarem alguns problemas de saúde específicos. Assim, destaca-se a cidade como uma importante escala de análise, uma vez que é no meio urbano que as complexas relações entre a sociedade e o meio natural se singularizam. É comum nas cidades brasileiras, por exemplo, bairros específicos possuírem problemáticas de saúde excepcionais, tais como surtos de dengue, febre amarela, leishmaniose, leptospirose, dentre outros.

Em meio a essas peculiaridades ambientais, é importante mencionar, uma vez mais, a influência de outros fatores, como a infraestrutura precária e a ingerência estatal, no desencadeamento de problemas sanitários. Ocupações irregulares em morros, em áreas de várzea e em locais próximos ao cinturão verde da cidade; a falta de equipamentos públicos de saúde; a coleta irregular do lixo e a falta de investimentos em programas de prevenção e controle de vetores, por exemplo, fornecem um risco imenso à saúde da população, sobrecarregando os sistemas de saúde locais e gerando despesas desmedidas aos cofres públicos. Sendo assim, os problemas ambientais urbanos são na verdade problemas

socioambientais e é dessa forma que devem ser considerados nas análises de clima/saúde. Para tanto, é necessário conhecer um pouco mais sobre o comportamento das doenças, frente às variabilidades climáticas e sociais. Como aponta Confalonieri (2007), o estudo da vulnerabilidade social e ambiental das populações sujeitas aos impactos climáticos na sua integridade física e bem-estar é de fundamental importância para a orientação de ações preventivas.

Portanto, o maior conhecimento biológico e ambiental das doenças, mas, sobretudo da dengue, pode auxiliar no controle epidemiológico, de modo que passa a ser necessário redobrar os cuidados e (re)planejar o controle de acordo com as condições climáticas locais.

2.2 A Ecologia da Dengue

A dengue é uma doença febril aguda causada por arbovírus, vírus transmitido por artrópodes da família Flaviviridae. A doença se manifesta por febre de duração de 2 a 7 dias, que pode ser acompanhada de mialgia, cefaleia, dor retro-orbital, artralgia, exantema, náuseas, vômitos e de manifestações mais graves como hemorragias e choque decorrentes de aumento da permeabilidade vascular. (CARVALHO, 2017)

O vetor transmissor é o mosquito fêmea *Aedes aegypti* e sua atuação tem maior intensidade em países tropicais, dado que nesses locais o vetor encontra condições ambientais/climáticas e sociais favoráveis para a maior proliferação. Provavelmente o mosquito é originário da África e se proliferou com o comércio de escravizados nos séculos XVI a XIX para regiões entre as latitudes 35°N e 15°S (KYLE; HARRIS, 2008; WHO, 2009).

Atualmente circulam no Brasil os sorotipos DEN – 1, 2, 3 e 4 (BRASIL, 2017). Em 2007 foi constatado o surgimento de um novo sorotipo, o DEN – 5, presente na Malásia. (NORMAILE, 2013)

Sobre a dinâmica do vetor da doença, Carvalho (2017) destaca,

O *A. aegypti* se desenvolve através de metamorfose completa, e seu ciclo de vida compreende quatro fases: ovo, larva (quatro estágios larvários), pupa e adulto. Os ovos do *A. aegypti* medem, aproximadamente, 1 mm de comprimento, possui contorno alongado e fusiforme e são depositados pela fêmea, individualmente, nas paredes internas dos depósitos que servem como criadouros, próximos à superfície da água. No momento da postura os ovos são brancos, mas rapidamente, adquirem a cor negra brilhante. A fecundação se dá durante a postura e o desenvolvimento do embrião se completa em 48 horas, em condições favoráveis de umidade e temperatura. Uma vez completado o desenvolvimento embrionário, os ovos são capazes de resistir a longos períodos de dessecação, que podem prolongar-se por mais de um ano. (CARVALHO, 2017, p. 22).

Na descrição, chama a atenção a capacidade de resistência dos ovos do *A. aegypti* a ambientes secos, o que se configura como um grande obstáculo para a sua eliminação. Os ovos podem ser transportados por grandes distâncias, em recipientes secos, causando dispersão do vetor.

De acordo com Dias et. al (2010), o tempo decorrido entre a eclosão do ovo e o desenvolvimento do mosquito à fase adulta é de cerca de 10 dias. Ao ingerir o sangue de uma pessoa contaminada pela dengue, ele pode transmitir o vírus imediatamente após a troca de hospedeiros, quando seu repasto for interrompido, ou após um período de incubação de 8 a 10 dias. Esse processo pode ser influenciado por fatores como a temperatura, que acelera a dinâmica de proliferação.

Vale ressaltar que, após o período de incubação, o vetor ainda é capaz de continuar transmitindo a doença por entre seis e oito semanas, tempo médio de duração de sua vida. (BRASIL, 2014)

Conforme apontado por Rey (1992), essa espécie se destaca na transmissão da doença, pois se trata de um mosquito urbano e doméstico que tem hábitos diurnos e, mais provavelmente, pode picar o homem desde o amanhecer até o fim do dia. Bem adaptada ao ambiente citadino, abriga-se preferencialmente no interior das casas para repousar, atrás de móveis, quadros, armários, plantas e outros refúgios.

É consenso que o vetor se prolifera na água acumulada em recipientes de qualquer

natureza, priorizando reservatórios de águas limpas, embora possa se adaptar a outros tipos de criadouros, como plantas, pneus, entulhos e até esgotos a céu aberto. Vale destacar que cerca de 80% dos criadouros se encontram no interior dos domicílios, confirmando a relevância da comunidade como meio de controle dos vetores. (BRASIL, 2015)

Estima-se que pelo menos 2,5 bilhões de pessoas no mundo vivam em situação de risco de infecção pelo vírus da dengue e que ocorram 96 milhões de casos clínicos, excluindo os casos que não se manifestam. Nos últimos 50 anos, a incidência aumentou 30 vezes, com expansão geográfica para novos países e atualmente para pequenas cidades e áreas rurais, onde antes não se sofria tanto com a doença. (CARVALHO, 2017)

Em países em desenvolvimento ou considerados emergentes, a dengue se tornou presente no cotidiano das populações, com preocupante impacto econômico, social e sanitário. Isso se dá em função da grande velocidade de circulação e capacidade de replicação viral, além das inúmeras adaptações dos vetores ao estilo de vida humano. (SILVA et al, 2011; TEIXEIRA; BARRETO e GUERRA, 1999).

Segundo a OMS (2015), no século passado, dificilmente eram notificados muitos casos de dengue no mundo. Para se ter conhecimento, até 1970 apenas nove países relatavam casos da doença e atualmente cerca de 100 sofrem com a circulação do vírus. Sobretudo nas Américas, essa endemia vem apresentando um grande crescimento no número de casos nas últimas décadas. Dos países latinos, o Brasil é o que apresenta maior incidência, concentrando cerca de 70% do total de casos de dengue notificados no continente. (KIKUTI, 2014).

Para Teixeira et. al (2002), desde a década de 80 tem havido uma expansão geográfica da dengue em território brasileiro, com uma circulação progressiva e intensa da doença e com registro de grandes epidemias e de transmissão endêmica em diferentes centros urbanos.

Pressupõe-se que, além das condições ambientais e climáticas favoráveis, o aumento exponencial da densidade populacional urbana seja um grande fator para o recrudescimento

da dengue como uma das principais problemáticas de saúde no país. Reflexo desse adensamento, as precárias condições de moradia, de saneamento e de serviços públicos essenciais dos principais centros urbanos aumentaram o contato do vetor e conseqüentemente da doença com a população brasileira.

Em função da indisponibilidade de vacinas na rede pública até 2020 no Brasil, as intervenções para o controle da dengue ainda visam a eliminação do vetor *A. aegypti*, cujo combate pode ser realizado por eliminação mecânica, pela aplicação de produtos químicos ou biológicos com ação sobre as fases imaturas ou pelo controle do mosquito adulto, ou seja, pela eliminação das fêmeas do vetor. Há também a possibilidade do controle biológico do vetor realizado principalmente por bacilos entomopatogênicos ou peixes larvófagos. (CARVALHO, 2017)

Vale destacar que, em dezembro de 2015, foi concedido pela ANVISA o registro de uma vacina contra a dengue, produzida pela empresa Sanofi-Aventis Farmacêutica Ltda. Apesar de ela ter sido aprovada para combater os quatro sorotipos da doença, é indicada apenas para indivíduos dos 9 aos 45 anos de idade que moram em áreas endêmicas e ainda não está disponível pelo SUS.

Assim, as atuais estratégias de controle do vetor têm se mostrado pouco efetivas, tendo em vista os surtos ocorridos no país nos últimos anos. Exatamente por isso, pesquisas que procuram analisar outros fatores associados à ocorrência da dengue, além da prevenção a partir do controle vetorial, contribuem para um melhor entendimento da sua transmissão e podem ajudar a orientar intervenções singulares contra a doença.

2.3 A Climatologia da Dengue

O clima possui relação direta com a distribuição temporal/espacial da dengue, razão pela qual estudos de variáveis climáticas podem melhorar o conhecimento e a previsão da

sazonalidade epidêmica, contribuindo com a gestão da doença. (GOMES et. al, 2012).

Em primeiro aspecto, a climatologia da dengue define-se pelas condições atmosféricas ideais para melhor desenvolvimento dos vetores e pelo comportamento e transmissibilidade da doença, de maneira contínua ou episódica. Sob essa compreensão, Mendonça (2003) explica que o aumento dos casos de dengue acompanha o aquecimento climático. Nos países tropicais, em especial, é possível observar que as condições ambientais associadas à ineficácia das políticas de saúde pública favorecem o desenvolvimento e a proliferação do *Aedes aegypti*.

Entre essas condições, a pluviosidade e principalmente a temperatura afetam significativamente na longevidade, fecundidade e atividade hematofágica do *Aedes*. Em geral, as baixas temperaturas são nocivas ao desenvolvimento do mosquito e quando elevadas têm influência positiva. (CALADO E NAVARRO-SILVA, 2002).

Nos estudos de Bhatt et. al (2013) e Estallo et. al (2015), os autores reforçam que a temperatura local adequada e os altos níveis de precipitação foram as variáveis mais fortemente associadas ao risco elevado de dengue. A proximidade de centros urbanos e peri-urbanos de baixa renda também foi associado ao maior risco, principalmente para aqueles com problemas no saneamento básico.

Pode-se apontar como outra influência a estação chuvosa, na medida em que a pluviosidade aumenta consideravelmente a quantidade de criadouros disponíveis para o desenvolvimento das formas imaturas do vetor, bem como gera condições ambientais mais apropriadas para o desenvolvimento de adultos. (CARVALHO, 2017) Claramente, portanto, as chuvas interferem diretamente na determinação do período de ocorrência da doença.

Apesar disso, mesmo no período seco, através de criadouros artificiais permanentes, como caixas d'água e caixas de passagem do sistema hidrossanitário, o mosquito sobrevive em densidade baixa, mas o suficiente para manter a transmissão. (SOUZA et. al, 2010)

Para Ebi e Nealon (2016), a temperatura é importante não apenas na limitação dos limites geográficos absolutos da transmissão da dengue, mas também no suporte a diferentes níveis de endemicidade. O comportamento alimentar do mosquito, por exemplo, é mais frequente em temperaturas mais altas, afetando ainda mais o risco de transmissão.

Em laboratório, Rueda et al. (1990) constaram que o *A. aegypti* sobreviveu a uma taxa de 90% em todas as fases de desenvolvimento em temperaturas médias de até 27°C. Temperaturas extremas, para menos ou para mais, foram prejudiciais à sobrevivência do mosquito no estudo.

Tun-Lin et al. (2000) relataram que as taxas de desenvolvimento de ovos, larvas e pupas de *Aedes aegypti* aumentaram a temperaturas mais altas, por volta dos 28°C a 30°C e cessaram quando as temperaturas estiveram abaixo de 10°C. As taxas de sobrevivência estimadas também foram semelhantes às relatadas por Rueda et al. (1990), sendo a faixa entre 20°C e 30°C ideal para a sobrevivência do vetor em todas as suas fases.

No estudo de Consoli e Oliveira (1994), a faixa entre 24°C e 28°C também ofereceram condições ideais para a oviposição da maioria dos mosquitos tropicais, dentre eles o *A. aegypti*.

Analisando a dengue em uma série de 9 anos no Rio de Janeiro, Gomes et. al (2012) identificou que o risco da dengue na cidade aumentava quando as temperaturas médias estavam próximas aos 26°C. Os autores ressaltaram também o papel da temperatura mínima como fator limitante crítico no desenvolvimento e manutenção da população vetorial.

Nas Américas o mosquito deixa de se alimentar quando a temperatura diminui para abaixo de 17°C e o vírus não é amplificado no vetor quando a temperatura está abaixo de 18°C. A temperatura limite de sobrevivência do vírus da dengue foi estimada a 11,9°C. (WHATTS et. al, 1987; REED et. al, 2001)

Também no Rio de Janeiro, Honório et al. (2009), analisando três bairros, concluíram

que a faixa de temperatura média de 22°C a 26°C teve um impacto positivo no desenvolvimento do *Ae. aegypti*, enquanto temperaturas extremas não produziram efeitos evidentes.

Em Uberlândia, Carvalho (2017) destacou que a maior parte dos casos de dengue entre 2011 e 2015 se concentrou nos meses de fevereiro a maio. Para a autora, nesse período as chuvas e as altas temperaturas contribuíram para a longevidade do vetor e para a maior transmissibilidade da doença.

Santos (2012) evidenciou uma forte correlação positiva entre a infestação de *Aedes aegypti* na cidade com a precipitação e a umidade relativa do ar entre os anos de 2003 a 2010. Conforme seus estudos, a faixa de temperatura entre 19°C e 26°C foram determinantes para a maior proliferação do vetor e consequentemente da endemia em Uberlândia.

Já Pedroso (2014) apontou que temperaturas dentro da faixa de 23°C a 27°C durante o período chuvoso foram variáveis significativas para a distribuição e ocorrência dos casos de dengue na Mesorregião do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba na série de 2002 a 2012.

Bem como a temperatura, a precipitação e a umidade relativa do ar são variáveis significativas. De acordo com Ferreira (2003), o aumento da pluviosidade pode desencadear a eclosão de ovos de mosquitos em diapausa. Isso porque, como as larvas vivem em ambiente líquido, embora estejam respirando oxigênio do ar, a manutenção de poças ou água acumulada em recipientes naturais ou não depende da intensidade e regularidade das precipitações.

Em uma pesquisa na Tailândia, Campbell et. al (2013) constatou que a temperatura ambiente parece definir uma faixa de transmissibilidade, e a umidade relativa do ar amplifica o potencial da dengue dentro dessa faixa. Os autores concluíram que 80% dos casos graves de dengue no período de 1983 a 2001 ocorreram quando a temperatura era de 27 a 29,5° C e a umidade média do ar era maior que 75%.

Nos estudos de Monteiro et. Al (2009) em Teresina foi detectado um padrão sazonal da dengue, com maior incidência no período chuvoso. Verificou-se uma relação positiva entre o número de casos e o aumento da precipitação pluviométrica e da temperatura em cada ano analisado.

Ao analisar a ocorrência da dengue por semanas epidemiológicas em Salvador, para a série de 1995 a 1999, Teixeira et. al (2001) observaram que a incidência da doença foi maior entre as semanas 13 e 21 e que o pico ocorreu na semana epidemiológica 18. Após a semana 21, os autores determinaram que a redução da densidade dos vetores ocorreu devido à queda da temperatura e umidade, durante a chegada do inverno na área estudada.

Nesse sentido, as mudanças climáticas que resultam em transformações em diversas variáveis meteorológicas (temperatura, umidade, precipitação) podem, portanto, estar associadas ao aumento da incidência de dengue e risco de surto em algumas localidades. Segundo Silva (2006) é evidente que as condições climáticas alteradas pelo aquecimento global irão favorecer a expansão geográfica do agente etiológico e do vetor da dengue, aumentando a incidência da doença em todo o mundo. Dessa forma, grandes mudanças no clima do planeta ocasionarão transformações radicais e imprevisíveis, pois contribuem para a intensificação da patologia, gerando um aumento da endemia.

Como visto, embora as variáveis climáticas influenciem fortemente o aumento da dengue e de seus vetores, é preciso ter cuidado ao usar apenas um elemento ou conexão para prever a ocorrência da doença. O clima influencia na ecologia da doença em muitos níveis, e as muitas não linearidades presentes no sistema criam dinâmicas complexas que não são facilmente modeladas ou compreendidas.

Desse modo, vale ressaltar que fatores socioeconômicos e determinantes da saúde pública são importantes impulsionadores nos padrões espaciais do Aedes e da transmissão da dengue e devem entrar em análises voltadas à compreensão dos arranjos climáticos e seus

efeitos no comportamento de doenças.

2.4 A dengue em Uberlândia – MG

O primeiro relato de dengue nas Américas ocorreu nos Estados Unidos no ano de 1790. A partir de então, o vírus se espalhou para a América Latina e encontrou ambientes que favoreceram maior transmissão e proliferação dos vetores. (GOMEZ-DANTES; WILLOQUET, 2009)

Entre as décadas de 1940 e 1970, a situação se agravou tanto que a Organização Mundial da Saúde (OMS) lançou uma campanha de erradicação do mosquito vetor da dengue, tendo sucesso em mais de 21 países da América Latina.

De acordo Halsted (2006), apenas um genótipo viral (DEN-2) continuou em circulação segundo evidências de pacientes de Cuba, Panamá e Trinidad e Tobago, no entanto sem períodos epidêmicos.

O ressurgimento de epidemias se deu em meados da década de 1970, com epidemias na Venezuela e no Caribe. Desde então, a incidência da dengue vem apresentando tendência de crescimento na América Latina, sobretudo no Brasil. (MACIEL *et al.*, 2008; GUZMAN *et al.*, 2010; LAUGHLIN *et al.*, 2012).

Nos últimos anos, o Brasil tem sido responsável por cerca de 70% dos casos de dengue notificados nas Américas. Como relatado por Santos (2012), os primeiros casos de dengue no Brasil surgiram em meados do século XIX, embora os primeiros registros oficiais sejam de 1916 e 1923.

Em 1865 foi descrito o primeiro caso de dengue em Recife (PE) e logo em 1872 uma epidemia em Salvador levou a vida de 2.000 pessoas. Existem relatos da doença também no século passado em 1916, em São Paulo (SP) e em 1923, em Niterói (RJ), sem diagnóstico laboratorial. (SCHATZMAYR; NOGUEIRA E TRAVASSOS DA ROSA, 1986).

Para Teixeira et. al (2002), no território brasileiro, desde a década de 1980, houve uma expansão geográfica da dengue, com uma circulação progressiva e intensa da doença, com registro de grandes epidemias e de transmissão endêmica em diferentes centros urbanos.

A primeira epidemia oficial da doença foi registrada em 1982 em Boa Vista (RR). Após 1986 a doença começou a se espalhar, ocasionando epidemias em várias regiões do país, chegando até Minas Gerais.

Segundo Souza (1995), os registros iniciais no estado ocorreram em 1987, na região da Zona da Mata próxima à capital mineira. No Triângulo Mineiro, as primeiras epidemias aconteceram nos municípios de Fronteira, Frutal, Nova Ponte, Prata e a partir de 1992 a dengue se expandiu para os grandes centros da região, como Uberlândia, Uberaba, Ituiutaba e Araguari.

Por se localizar numa região estratégica, no centro do Brasil, e ser cortada por uma intensa malha rodoviária (BR 050, BR 365, BR 452, BR 497), pela Ferrovia Centro Atlântica e possuir um dos primeiros aeroportos de sua região, Uberlândia foi atingida rapidamente pela dengue.

Em 1992 foi constatada a primeira epidemia oficial em Uberlândia, em meio a um contexto urbano precário, onde não existia saneamento adequado em muitas áreas da cidade, a exemplo dos assentamentos de barracos e lonas na região do bairro Dom Almir, que favoreciam a proliferação do mosquito. (FERREIRA, 2017)

Em 1993 foram notificados e confirmados 3.728 casos da doença em Uberlândia, todos causados pelo tipo DENV-1. A partir desse ano, a dengue se tornou uma preocupação de saúde para os órgãos públicos da cidade, em vista do aumento exponencial no número de casos nos anos seguintes. Foi neste período que se iniciou a circulação dos primeiros carros do fumacê como medida de controle e combate à dengue. (FERREIRA, 2017)

Após essas primeiras epidemias, as autoridades de saúde do município começaram a

buscar estratégias que controlassem a doença. Uma delas foi a contratação de servidores e melhor estruturação da agência de controle de zoonoses. No entanto, mesmo com as medidas de contenção da doença, nos anos posteriores, Uberlândia sofreu algumas oscilações nas notificações de dengue.

No ano de 1999, a cidade registrou um surto de 2.424 casos. Em 2002 foram notificados 914 casos e em 2004 a cidade sofreu com um novo surto, somando 4.576 casos. (SECRETARIA MUNICIPAL DE SAÚDE DE UBERLÂNDIA, 2020)

Em relação à epidemia de 1999, Santos (2012) realizou um estudo de mestrado acadêmico intitulado “Dinâmica de transmissão da dengue na cidade de Uberlândia, MG: Uma abordagem ecoepidemiológica” e concluiu que a situação da doença em Uberlândia já naquele ano era preocupante e muito complexa. Prova disso, segundo a autora, é o surto com mais de 2 mil casos e um alto coeficiente de infestação, com incidência de 52,6 a cada dez mil habitantes. Indivíduos de várias faixas etárias foram acometidos pela doença e as maiores incidências ocorreram entre Outubro e Março do ano seguinte.

Ainda de acordo com a autora, em 2006, Uberlândia notificou a impressionante marca de 9.887 casos da doença e 2.788 casos em 2010. Para ela, a grande oscilação das notificações nos últimos anos se deve ao paradigma de controle da dengue através da erradicação dos mosquitos *Aedes aegypti* por meio de pesticidas (fumacês). Além disso, historicamente o Centro de Controle de Zoonoses (CCZ) utiliza-se de dados gerais da doença, sem dar a devida atenção às particularidades e aos focos de infestação em determinadas áreas ou regiões.

Em Uberlândia, no período de 2002 a 2010, três tipos de vírus (DEN-1, DEN-2 e DEN-3) estavam em circulação. Vale ressaltar que a circulação de novos tipos do vírus pode causar uma tendência de aumento no número de casos.

De 2014 a 2016, Rodrigues et. al (2018) fizeram um estudo epidemiológico da dengue na cidade e constataram 30.584 casos de dengue, sendo 4.406 em 2014, 16.735 em 2015 e

9.443 casos em 2016. Para os autores, os bairros que apresentaram o maior número de casos e taxa de incidência nesses mesmos anos foram, respectivamente, Morumbi (6,4 casos/mil hab.; 55,9 casos/mil hab. e 25,8 casos/mil hab.) do Setor Leste, Luizote de Freitas (10,1 casos/mil hab.; 42,5 casos/mil hab. e 15,1 casos/mil hab.) do Setor Oeste, São Jorge (14,1 casos/mil hab.; 34,3 casos/mil hab. e 11,5 casos/mil hab.) do Setor Sul e Martins (11,1 casos mil/hab.; 65,9 casos/mil hab.; 40,7 casos/mil hab) do Setor Central.

Segundo os autores, as causas para a concentração dos casos nesses bairros estão relacionadas aos seguintes problemas socioambientais:

- Grande quantidade de imóveis para locação, não permitindo a entrada dos agentes de controle periodicamente. (UBERLÂNDIA, 2016)

- Acúmulo de água em vasos de plantas, plantas aquáticas e ralos de captação em domicílios.

- Localização do parque do sabiá, que possui uma frequência de cinco mil pessoas semanais. (PINA & SANTOS, 2009)

- Formação de alagamentos durante o período chuvoso por problemas na rede de escoamento pluvial. (MELAZO, 2008)

- Localização de áreas periféricas, lugares com ocupações irregulares, insalubres e sem saneamento. (RAMIRES, 2001)

- Localização de cemitérios, que por muitas vezes não possuem limpeza frequente dos jazigos com vasos de plantas e proliferação de mosquitos. (NATAL et.al, 1997; DE MENDONÇA & COELHO, 2013).

- Formação de áreas de deposição clandestinas de entulhos da construção civil. (MORAIS, 2006).

- Localidades próximas às nascentes de Córregos, que atualmente se encontram abandonadas em grande parte, com grande presença de lixo e entulhos, comprometendo a

qualidade da água, do solo e da própria vegetação. CARRIJO & BACCARO, 2000)

- Descarte inadequado de resíduos domiciliares por parte dos moradores em terrenos baldios. (TAVOLUCCI & FONSECA, 2007).

- Áreas onde grande parte da população tem a cultura do paisagismo e da jardinagem com o cultivo de plantas ornamentais. (TAVOLUCCI & FONSECA, 2007)

- Áreas com muitas construções antigas e precárias, caixas d'água destampadas ou tampadas com placas de cimentos para muros.

Além disso, Rodrigues et. al (2018) observaram um aumento expressivo no número e gravidade dos casos e óbitos, fato já observado em outras regiões do Brasil para o mesmo período. Conforme apontado por Araújo et. al (2017), o risco de morte em decorrência da dengue aumentou significativamente entre 2000 e 2015 em todas as regiões do país. É possível que a demora em diagnosticar e tratar a doença sejam os principais fatores que potencializam a gravidade dos casos.

Ainda sobre a dinâmica da dengue em Uberlândia, Carvalho (2017), após analisar o perfil epidemiológico da doença e seus determinantes nos anos de 2011 e 2015, quantificou um total de 36.238 para a série. O ano de 2015 foi o mais crítico com 19.666 casos, o que representou 54,26% do total. Na análise das semanas epidemiológicas, a autora notou que as notificações aumentaram após a semana 7 e apresentaram picos entre as semanas 16 e 22.

Como em outros estudos, a autora também observou que, apesar de a dengue se distribuir em todos os setores de Uberlândia, ela esteve concentrada em alguns bairros como o Santa Mônica, São Jorge, Morumbi, Luizote de Freitas, Planalto, Presidente Roosevelt e Jardim Brasília. Bairros de maior densidade populacional e de imóveis que são na maioria casas, favorecendo a ocorrência de reservatórios para a proliferação do mosquito.

Desta forma, visto que a dengue é uma doença endêmica no município de Uberlândia e por considerar que impacta diretamente na qualidade de vida de sua população, gerando

perdas econômicas e sociais, é essencial reduzir a sua incidência anual, seja por meio do controle do vetor, seja com a melhora da assistência aos pacientes e aos planos de controle epidemiológicos.

3 ÁREA DE ESTUDO

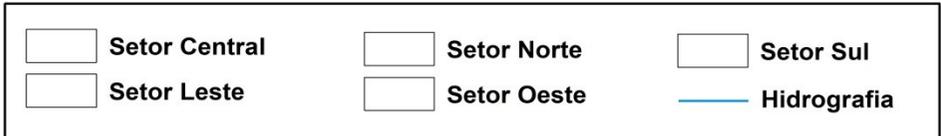
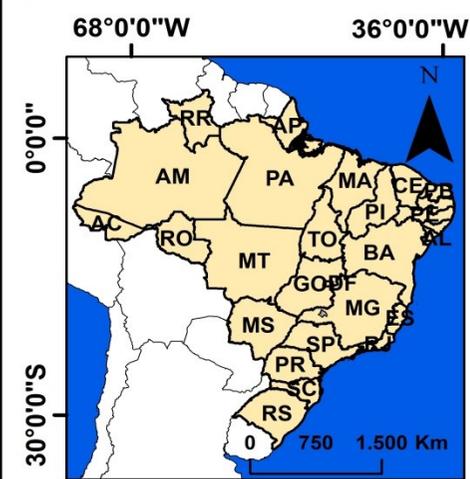
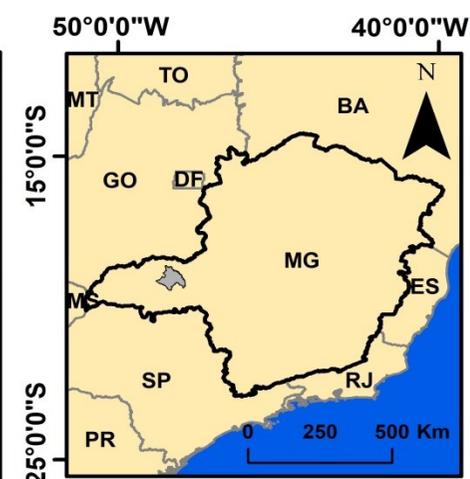
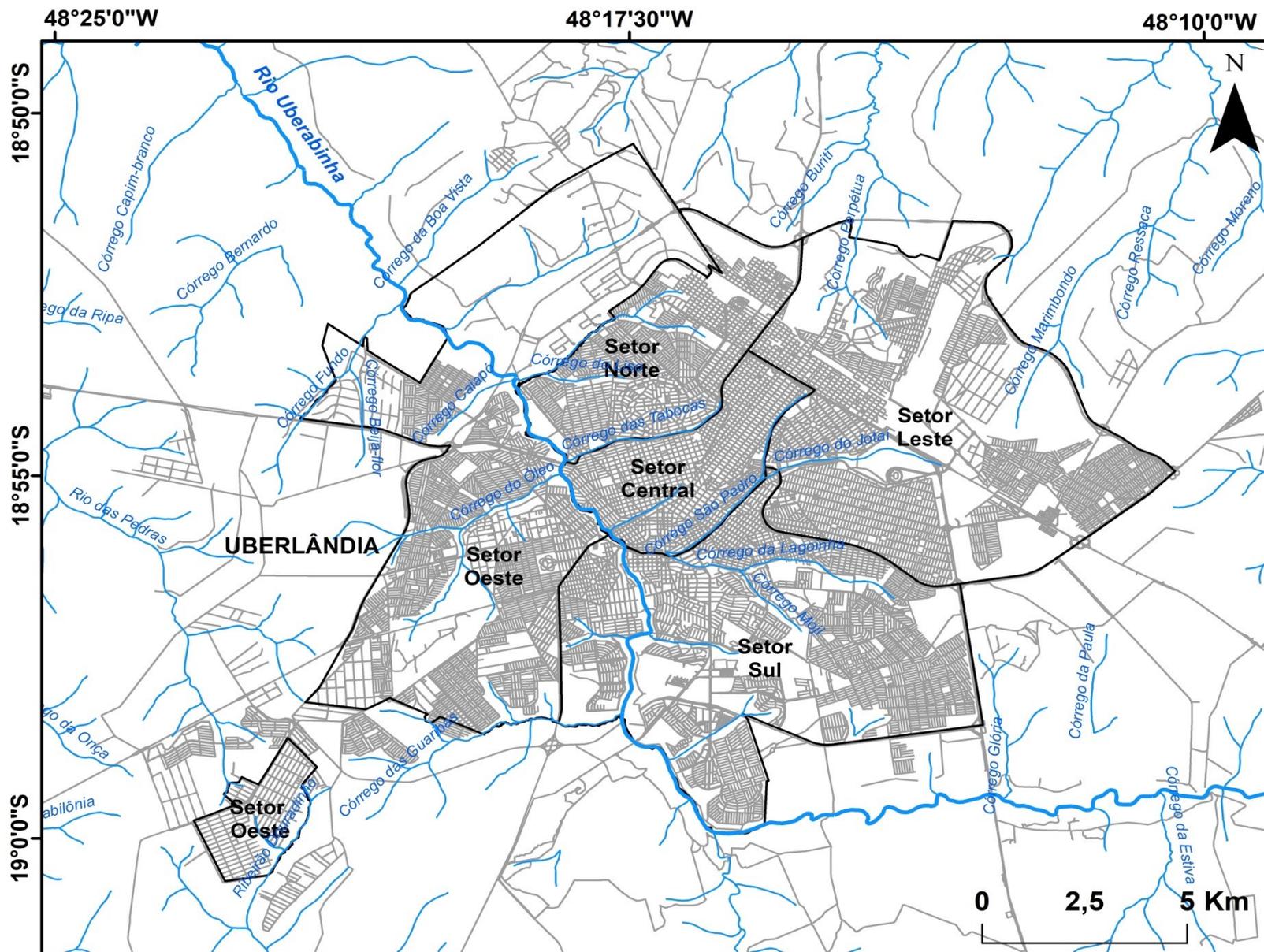
O Município de Uberlândia encontra-se localizado na Mesorregião do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba, Estado de Minas Gerais, entre as coordenadas 18 55' 23" Latitude Sul e 48 17' 19" de Longitude Oeste. Possui área territorial de 4.115,206 km², população estimada em 699.091 mil habitantes para 2020 e densidade demográfica de 146,78 hab\km², segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, IBGE (2020). (MAPA 1)

Em termos ambientais, o clima da região é influenciado, principalmente por fenômenos meteorológicos das latitudes médias e tropicais, que fazem com que o clima atuante na região seja caracterizado como de transição, portanto com duas estações bem definidas.

O clima de Uberlândia está associado à atuação dos seguintes Sistemas: Tropical Continental, Equatorial Continental, Tropical Atlântico Continentalizado, Polar Atlântico, além dos Sistemas Frontais. Assim, esta região é influenciada pela continentalidade, onde se forma uma grande área de baixa pressão, provocando a entrada de sistemas úmidos advindos do Norte, aumentando a precipitação no verão, e sistemas frios e secos advindos do sul, causando a estiagem de inverno.

Tendo em vista a proposta de correlação da dengue com as variáveis climáticas em Uberlândia, faz-se necessário compreender com mais detalhes a variabilidade do clima da cidade. Nessa intenção, o aumento da precipitação, da umidade e de temperaturas no período chuvoso (Outubro a Março) são fatores importantes na compreensão da dinâmica da doença.

Mapa 1: Localização do Perímetro Urbano de Uberlândia – MG



Localização do Município de Uberlândia (MG)

Sistema de Coordenadas Geográficas
Datum: WGS84

Autoria / Organização: LEITE, E. S.

Elaboração: PIRES, G. A. C.

Fonte: ANA / IBGE 2018

O clima de Uberlândia e da mesorregião do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba como um todo possui características muito mais próximas da região centro-oeste, do que as do restante das demais regiões mineiras. Esse fato se explica tanto pela posição geográfica como pelas formas do relevo que compõem a região.

Partindo de uma descrição mais próxima da nossa realidade, Mendes (2001), Roldão (2015) e Petrucci (2018) realizaram análises sínteses sobre as características climáticas para o município. Desse modo, o clima de Uberlândia pode ser descrito a partir das seguintes características climáticas:

Em relação à temperatura, Mendes (2001) constatou que nos meses mais quentes (setembro, outubro, dezembro e fevereiro) a temperatura média foi igual ou superior a 24°C e durante os meses mais frios (maio, junho e julho) a temperatura média não ultrapassou os 20,6°C.

No que se refere à síntese das temperaturas médias Petrucci (2018, p. 62) conclui que:

Os meses com maiores valores de temperatura compreende o período de setembro e abril, com valores médios acima dos 23 °C, sendo os meses de outubro e fevereiro os com valores mais elevados, com 24,2 °C e 23,9 °C, respectivamente. No período de maio a agosto, as temperaturas são mais amenas, sendo os meses de junho e julho os mais frios, com 19,9 °C e 20,0 °C, respectivamente. A temperatura média anual da cidade de Uberlândia-MG é de 22,6 °C e o gradiente entre o mês mais quente para o mês mais frio é de 4,3 °C.

Em relação às chuvas, Mendes (2001) constatou uma concentração pluviométrica de 85% durante os meses de outubro a março e 15% de maio a setembro. Petrucci (2018) constatou uma concentração pluviométrica nos meses de outubro a março, cujos picos ocorrem em janeiro e dezembro, com 309 mm e 292 mm, respectivamente. No período de estiagem, de abril a setembro, as médias dos totais foram baixas, abaixo dos 100 mm. Os meses de julho e agosto apresentaram os menores valores médios de precipitação, com 10 mm e 11 mm, respectivamente. No que se refere à precipitação média anual de Uberlândia, esta se encontra próxima da faixa dos 1.500 mm.

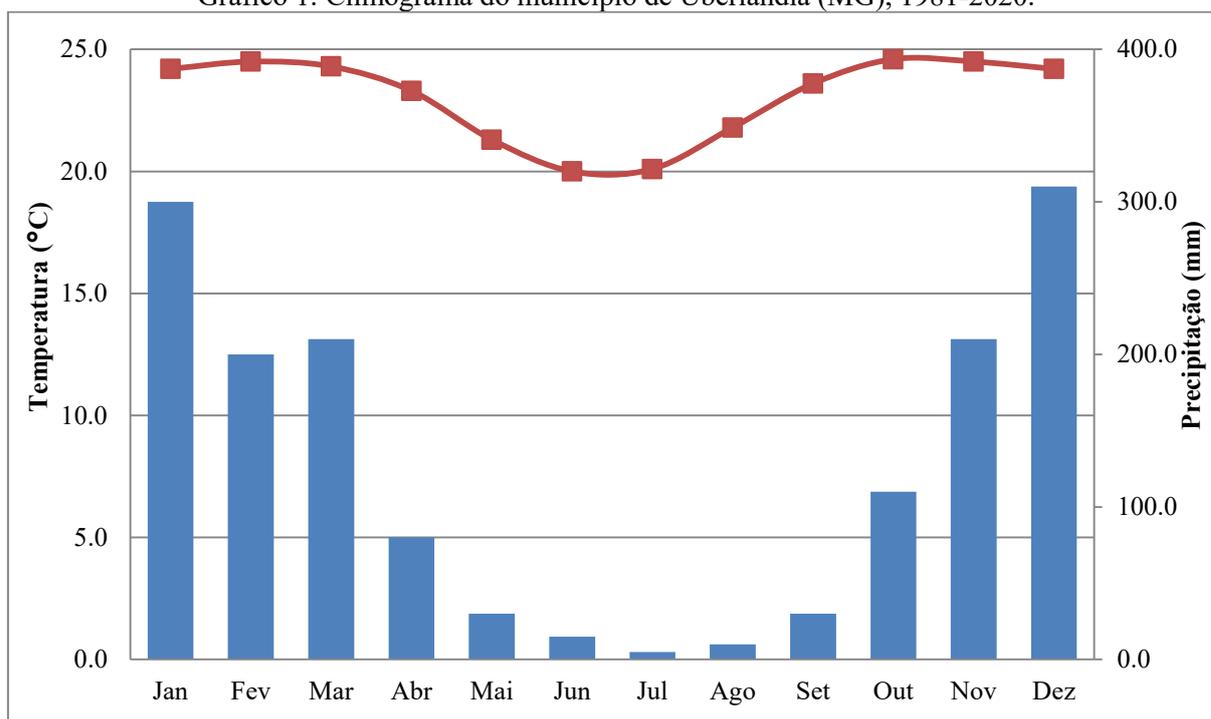
A respeito da umidade relativa do ar, os dados encontrados pelos autores são bastante próximos, demonstrando que os maiores índices foram alcançados no período chuvoso, durante os meses de outubro a março, com destaque aos meses de dezembro a março, que obtiveram uma umidade relativa média superior aos 75%. Em contrapartida, constatou-se a menor média de umidade relativa no mês de agosto, com concentração inferior aos 50%.

Sobre a nebulosidade, observou-se que sua intensidade é maior nos meses de dezembro a fevereiro, com uma média de nebulosidade superior a 67%. Já nos meses de julho e agosto, constataram-se as menores porcentagens, com um índice inferior a 30%.

Em referência à insolação, de acordo com Mendes (2001), o maior número de horas registradas ocorreu no mês de agosto e o menor no mês de fevereiro, em razão também da variabilidade da precipitação durante o ano.

Observando a Gráfico 3, nota-se que 86,7% das chuvas anuais estão concentradas no período chuvoso (outubro a março), de forma mais acentuada nos meses de dezembro e janeiro. Já os menores índices podem ser observados nos meses de junho a agosto. A temperatura média se manteve elevada o ano todo, com um pequeno decréscimo nos meses de estiagem.

Gráfico 1: Climograma do município de Uberlândia (MG), 1981-2020.



Fonte: INMET (2020) Org. LEITE (2020)

A sazonalidade existente entre os períodos chuvosos e quentes e períodos frios e secos se deve justamente à alternância da dinâmica atmosférica entre os sistemas tropicais e polares, que caracterizam o clima da cidade de Uberlândia como tropical alternadamente úmido e seco.

4 METODOLOGIA

Em relação aos procedimentos metodológicos, a primeira etapa do trabalho envolveu um importante levantamento bibliográfico sobre o tema (teses e dissertações de pós-graduação, livros, periódicos, trabalhos de conclusão de curso, entre outros).

Ao se coadunar as contribuições de áreas como Climatologia Geográfica, Geografia da Saúde, Epidemiologia e Ecologia da Dengue, realizou-se um levantamento teórico que deu suporte conceitual às temáticas da pesquisa. Também foi feito um levantamento bibliográfico específico sobre as relações entre o clima e a dengue, mudanças nos padrões de doenças, urbanização e dengue e outras mais.

Para a realização da análise de correlação entre os casos anuais e mensais de dengue com as variáveis climáticas de Uberlândia para as séries de 2010 a 2019 e 2021 a 2022, realizou-se a verificação, coleta, análise e organização de dados secundários (tanto quantitativos, como qualitativos) através de portais governamentais como, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde do Brasil (DATASUS), Ministério da Saúde (MS), Secretaria Municipal de Uberlândia (SMU), Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).

Foram considerados para o referente estudo os casos anuais e mensais de dengue para as duas séries e as seguintes variáveis climáticas: temperatura média, máxima e mínima; umidade relativa e precipitação. (QUADRO 1) e (ANEXO 1)

Ressalta-se que para a série de 2010 a 2019 a análise foi direcionada para toda a cidade de Uberlândia e para a série de 2021 a 2022 a investigação ocorreu por setor.

Quadro 1: Dados mensais de casos de dengue entre os anos de 2010 a 2019 – Uberlândia (MG).

Ano da Notificação	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total Anual
2010	106	281	603	470	206	34	25	15	27	28	26	41	1862
2011	56	85	132	156	114	36	12	15	10	9	24	-	649
2012	34	42	56	69	75	50	15	22	11	22	24	35	455
2013	360	789	1520	1840	894	219	73	69	46	58	90	68	6026
2014	197	471	896	1246	930	314	110	42	53	44	47	64	4414
2015	245	806	2571	4679	5886	1689	353	101	63	51	102	184	16730
2016	326	1381	2164	2812	1803	554	93	54	54	58	67	82	9448
2017	117	205	363	328	322	177	48	41	27	34	37	65	1764
2018	90	116	142	375	428	173	61	36	40	63	142	293	1959
2019	1354	4999	7988	10229	5060	1015	192	73	73	92	88	165	31328
Total Mensal	2885	9175	16435	22204	15718	4261	982	468	404	459	647	997	74635

Fonte: Secretaria Municipal de Saúde de Uberlândia (2020).
Organização: LEITE (2020).

Utilizou-se essas séries históricas após a aplicação de modelos estatísticos e análise da relevância dos dados para o objetivo do estudo. Ressalta-se que, anteriormente a esses recortes de tempo, foram encontradas muitas falhas e subnotificações nos dados referentes à dengue na cidade, tanto nos portais eletrônicos do DATASUS como na Secretaria de Saúde de Uberlândia.

Após a sistematização das informações em planilhas eletrônicas do Microsoft Excel, com a intenção de observar a intensidade dos efeitos das variáveis climáticas no comportamento e incidência da dengue, realizou-se as seguintes análises estatísticas no software R versão 4.0.2, a serem elucidadas abaixo.

Utilizou-se os Modelos Lineares Generalizados com função logarítmica de Poisson e Binomial Negativa, representados pelos cálculos especificados nas análises que seguirão.

Modelos Lineares Generalizados (MLG) introduzidos por Nelder et al (1972) é uma classe de modelos caracterizada por uma extensão das regressões simples e múltiplas, que possibilitam utilizar outras distribuições, necessariamente da família exponencial, utilizada em dados nos quais a variável resposta são dados contagens, categóricos e assimétricos.

Seja Y_1, \dots, Y_n uma amostra aleatória, e seja um vetor de covariáveis associadas a cada resposta Y_i . Ou seja,

$$X_i = \begin{pmatrix} X_{i0} \\ \dots \\ X_{ip} \end{pmatrix}, \text{ em que } X_{i0} = 1, \dots, n.$$

Os MLG's envolvem uma variável resposta univariada, variáveis explanatórias e uma amostra aleatória de n observações independentes, sendo que

- i) a variável resposta, componente aleatório do modelo, tem um arranjo pertencente à família de distribuições que engloba as distribuições normal,

gama e normal inversa para dados contínuos; binomial para proporções Poisson e binomial negativa para contagens;

- ii) as variáveis explanatórias entram na forma de uma estrutura linear, constituindo o componente sistemático do modelo;
- iii) a ligação entre os componentes aleatório e sistemático é feita através de uma função adequada, por exemplo, a logarítmica para os modelos log-lineares, chamada função de ligação.

Assim, a fórmula da MLG é representada da seguinte forma:

$$\eta_i = X_i' \beta = \beta_0 + \beta_1 X_{i1} + \dots + \beta_p X_{ip}$$

O componente aleatório deve pertencer à família exponencial, cujos mais utilizados são os da distribuição Normal, Binomial, Bernoulli, Poisson, Exponencial, Gama e Binomial Negativa.

A distribuição Poisson é a mais utilizada para análise de dados de contagem. Sua função de probabilidade é:

$$f(x; \theta) = \frac{e^{-\theta} \theta^x}{x!},$$

sendo que $E(x) = \theta$ e $\text{Var}(x) = \theta$

A distribuição de Poisson aplica-se não só a observações na forma de contagens, como também em variáveis do tipo contínua, desde que o valor da esperança seja igual ao valor da variância dos dados. A partir do momento em que se identifica que a variância dos dados é maior do que a média, a distribuição Poisson já não pode mais ser utilizada, pois fere o principal pressuposto desta distribuição. A isso, dá-se o nome de superdispersão

(*overdispersion*).

Dessa forma, quando isso acontece, ou verifica-se a possibilidade de inserção de outro parâmetro para o modelo, ou utiliza-se a distribuição Binomial negativa, que é a mais indicada para os casos de superdispersão.

A distribuição binomial negativa tem como função de probabilidade:

$$P(X = x) = \binom{r + k - 1}{r - 1} (1 - p)^r p^k, \quad k = 0, 1, \dots, n$$

Supondo uma amostra de tamanho n , tem-se que:

$$E(Y_i | x_i, \tau_i) = \mu_i \tau_i,$$

sendo τ_i a heterogeneidade não observada:

$$E(Y_i | x_i, \tau_i) = \exp(\beta_0 + \beta_1 X_{i1} + \dots + \beta_p X_{ip}) \exp(\epsilon_i),$$

Ou seja:

$$\tau_i = e^{\epsilon_i}$$

$$p(y_i | x_i, \tau_i) \sim \text{Poisson}(\mu_i \tau_i)$$

$$e \quad f(\tau_i) \sim \text{gama}(\alpha, \alpha)$$

Logo,

$$p(y_i | x_i) \sim \text{Binomial Negativa.}$$

Portanto,

$$\text{Var}(Y_i | x_i) = E(Y_i | x_i)(1 + \delta),$$

$$\text{Sendo } \delta = \alpha \mu_i > 0$$

A distribuição binomial negativa, por sua vez, é utilizada quando se identifica a contagem de dados heterogêneos, ou seja, onde a variância dos dados é maior do que a média.

Dessa forma, utilizou-se a distribuição Binomial negativa, na qual se assume que a variância é maior do que a média ($\text{Var}(x) > E(x)$), além de incorporar o termo do erro ao modelo.

Inicialmente, ambas as covariáveis (temperaturas, umidade relativa do ar e precipitação) foram verificadas separadamente, com o intuito de identificar significância em relação ao número de casos de dengue. Foi considerado como efeito aleatório a variável ano, tendo em vista a sua grande variabilidade em relação ao número de casos de dengue ao longo da série analisada, e as covariáveis climáticas, como efeitos fixos.

Sendo assim, foi verificado que apenas as variáveis temperatura máxima e umidade relativa do ar foram significativas a 5% de significância. As demais variáveis não apresentaram significância estatística, mesmo após a inclusão de defasagens de até 2 meses.

Nesse sentido, a partir do critério de seleção de modelos AIC (Akaike), o melhor modelo selecionado ajustado foi o modelo misto com as covariáveis temperatura máxima e umidade relativa do ar como efeitos fixos e, como efeito aleatório, a variável ano.

O critério de informação de Akaike é definido por: $AIC_p = -2\log(L_p) + 2[(p + 1) + 1]$, em que L_p é a função de verossimilhança do modelo; p é o número de variáveis explicativas no modelo.

De acordo com o critério AIC, quanto menor o valor da estatística resultante, melhor o modelo ajustado. Após a criação da variável controle ano para a seleção dos modelos, houve uma melhora na qualidade dos ajustes. Por isso, ambos os modelos selecionados tiveram como variável controle o ano, tendo em vista a presença de epidemia em apenas alguns anos analisados.

Já em relação à análise da distribuição dos casos de dengue e à identificação das áreas

mais afetadas na cidade, foram produzidos mapas temáticos no software Quantum Gis, versão 2.18 (software). A utilização do Sistema de Informações Geográficas (SIG) é fundamental em análises climáticas e sanitárias, pois auxilia na compreensão dos fenômenos a partir de mapas, compilação de dados, análise de informações mapeadas e gestão de informações geográficas por meio de banco de dados.

Para a produção dos mapas com a distribuição dos casos por bairros, realizou-se o download das bases cartográficas das áreas de estudo no site do IBGE e da Prefeitura Municipal de Uberlândia. Para essa análise, os dados da dengue foram retirados da Secretaria Municipal de Uberlândia para a série de 2011 a 2019. A série se diferencia da análise estatística, visto que, para o ano de 2010 não foram encontrados dados para o nível de bairros, apenas para todo o município (QUADRO 2).

Estes mapas temáticos foram elaborados utilizando a técnica de Kernel, que envolve método estatístico de curvas de densidades. Por meio da interpolação de dados, é possível compreender comportamento de padrões, ao ter uma visão geral da intensidade dos processos em todas as áreas do mapa, os quais foram executados utilizando-se de diferentes tonalidades para representar os bairros com maior ou menor ocorrência de casos de dengue.

Quadro 2: Dados anuais de dengue entre os anos de 2011 a 2019 nos bairros de Uberlândia (MG).

LOCALIDADE DE RESIDÊNCIA	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
RESIDENCIAL INTEGRACAO	0	0	0	0	29	7	8	103	666
JARDIM PATRICIA	5	3	33	32	176	87	12	18	419
JARDIM HOLANDA	1	2	13	8	49	37	22	11	258
ACLIMACAO	10	4	39	21	81	38	7	33	289
TIBERY	11	11	143	199	556	302	38	39	847
OSVALDO RESENDE	4	4	99	14	196	199	26	62	642
TAPUIRAMA	0	3	16	2	21	21	1	1	60
JOANA D ARC	3	3	22	50	332	92	27	22	15
CARAJAS	1	0	18	36	43	32	6	0	93
MARAVILHA	12	5	60	43	200	186	17	35	449
MANSOUR	6	7	39	53	320	124	21	43	548
LIDICE	0	3	15	11	56	20	6	9	82
JARDIM KARAIBA	2	0	9	7	18	11	4	3	56

CUSTODIO PEREIRA	11	7	71	68	304	149	27	31	440
BOM JESUS	0	2	20	23	107	55	9	10	249
PAMPULHA	6	16	69	94	99	68	16	19	280
JARDIM NOVA UBERLANDIA	2	3	11	4	40	23	7	1	79
LARANJEIRAS	29	4	40	45	108	74	54	42	542
TOCANTINS	13	10	170	71	274	225	40	88	763
SAO JOSE	0	1	11	14	14	18	1	2	62
PROSPERIDADE	1	0	10	29	86	12	5	6	18
JARDIM DAS PALMEIRAS	10	8	105	48	208	108	104	23	502
MARTINS	14	21	183	95	504	314	35	53	618
LUIZOTE DE FREITAS	11	12	130	190	785	286	28	55	1362
JARDIM IPANEMA	3	5	28	51	154	82	15	46	344
JARDIM BRASILIA	24	10	154	153	451	527	60	51	872
MARTA HELENA	7	6	94	73	237	115	23	18	532
CHACARAS TUBALINA	0	4	17	8	60	50	13	12	254
SAO GABRIEL	12	1	18	7	49	21	3	1	15
RESIDENCIAL GRAMADO	4	0	22	6	42	48	1	2	127
NOSSA SENHORA DAS GRACAS	15	5	79	58	225	155	51	23	480
MORADA DA COLINA	2	1	9	12	37	14	2	3	53
JARDIM AMERICA II	10	3	32	23	88	44	8	8	72
GUARANI	8	7	171	50	334	163	28	222	424
CHACARAS PANORAMA	1	2	7	9	21	19	4	16	381
JARAGUA	1	4	64	29	162	89	17	13	293
TUBALINA	3	8	106	38	222	131	26	6	237
SAO JORGE	40	24	204	323	663	251	89	77	988
PATRIMONIO	2	5	28	17	70	15	7	7	137
SANTA ROSA	2	2	40	21	1	0	0	1	553
DANIEL FONSECA	4	4	36	19	120	60	7	13	257
PRESIDENTE ROOSEVELT	29	14	231	137	550	635	55	102	1003
LAGOINHA	6	11	74	108	82	55	16	5	161
JARDIM EUROPA	2	0	25	19	114	83	16	42	405
SHOPPING PARK	7	8	82	105	286	294	36	38	1035
VIGILATO PEREIRA	1	1	6	21	32	33	4	3	89
UMUARAMA	2	3	39	17	81	34	11	7	94
TAIAMAM	5	4	51	33	260	66	18	42	407
PARQUE DAS SERINGUEIRAS	11	1	9	12	46	11	3	1	18
SEGISMUNDO PEREIRA	5	7	57	71	141	85	15	16	367
CRUZEIRO DO SUL	3	0	2	5	52	47	3	1	25
DOM ALMIR	1	3	56	37	120	26	12	6	30
MORUMBI	8	12	169	112	946	457	79	90	1826
GRANADA	14	6	73	54	136	83	24	36	539
MORADA NOVA	8	3	80	13	120	115	12	7	431
NOSSA SENHORA APARECIDA	4	3	37	68	252	99	23	10	340
PACAEMBU	12	0	61	48	248	198	18	39	466

SANTA ROSA	4	11	14	12	96	80	8	20	23
DONA ZULMIRA	1	6	33	28	172	46	12	10	190
SARAIVA	7	5	95	104	156	122	9	9	329
SANTA LUZIA	11	11	46	74	117	63	19	14	294
CAZECA	2	2	12	15	50	21	2	5	58
MINAS GERAIS	6	5	71	41	215	84	17	19	444
CRUZEIRO DOS PEIXOTOS	2	0	3	3	4	11	0	1	58
ALTO UMUARAMA	0	1	6	12	84	15	3	11	167
JARDIM CANAA	16	9	187	107	244	230	49	17	785
CIDADE JARDIM	4	1	28	17	141	34	26	9	153
CENTRO	5	15	59	34	159	83	13	14	173
BRASIL	7	4	114	89	328	174	38	29	565
CONJUNTO ALVORADA	1	4	18	13	37	57	6	5	77
TABAJARAS	0	0	20	17	65	37	5	5	111
SANTA MONICA	17	42	288	293	760	471	80	82	856
PLANALTO	18	18	212	140	295	177	52	29	569
FUNDINHO	0	0	13	9	30	8	2	1	52

Fonte: Secretaria Municipal de Saúde de Uberlândia (2020).
Organização: LEITE (2020).

Esta etapa de produção de mapas e cartogramas, além de necessária para o cumprimento do objetivo desta pesquisa, irá contribuir com o planejamento das ações da Vigilância do município, em vista de que os mapas produzidos serão disponibilizados.

Ainda, a espacialização dos dados através do mapeamento dessas informações fornece uma grande referência para a gestão do risco e para o planejamento sanitário da cidade. De qualquer forma, é fundamental aplicar essas informações sob a ótica da gestão equilibrada do ambiente, visando ajustar a sociedade e torná-la resiliente.

5 RESULTADOS

Nos subtópicos deste capítulo, estão as análises acerca da temática “Variáveis Climáticas e Incidência da Dengue em Uberlândia”. Nesse excerto, realizou-se a correlação das principais variáveis climáticas com o número de notificações da dengue para as séries de 2010-2019 e de 2021-2022, bem como uma investigação a respeito da distribuição da doença, buscando compreender os seus arranjos climáticos e espaciais na cidade.

5.1 A relação entre variáveis climáticas e a dengue em Uberlândia-MG para a série 2010-2019.

A base de dados para a análise estatística é composta pelos dados mensais de casos de dengue entre os anos de 2010 a 2019 da cidade de Uberlândia (Quadro 1), além das variáveis climáticas temperaturas (mínima, média e máxima), precipitação e umidade relativa do ar. (Anexo 1)

Na tabela 1, há as estatísticas descritivas de todas as variáveis analisadas. Nota-se que o número médio de casos de dengue foi entre 622.3 ± 1515.47 , demonstrando um alto valor no desvio padrão e alta dispersão do número de casos. Esse fato pode ser observado na figura 1, na qual se observa que, de 2010 a meados de 2012, não houve epidemia, já que a primeira se iniciou apenas em 2013.

Além disso, averiguou-se que o 1º quartil dos casos de dengue é de 45,5 casos, ou seja, 75% do total de casos mensais de dengue estão acima de 46 casos, o que equivale dizer que 25% estão acima de 355 casos (3º quartil = 354,8). A menor quantidade de casos de dengue (9 ao todo) foi em Outubro de 2011, enquanto que o máximo (totalizando 10229 notificações) ocorreu em Abril de 2019. Em relação às variáveis climáticas, com exceção da precipitação, ambas tiveram pouca dispersão, ou seja, variâncias e desvios padrões baixos.

Tabela 1: Estatística descritiva das variáveis analisadas.

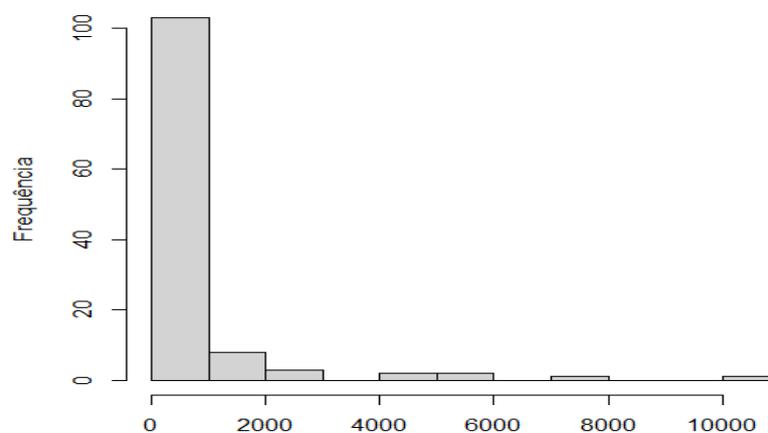
	Casos de dengue	Temperatura mínima (° C)	Temperatura média (° C)	Temperatura máxima (° C)	Precipitação	Umidade relativa do ar
Mínimo	9	13.67	19.04	24.98	0	34.07
1º quartil	45.5	17.08	22.37	27.82	19	50.41
Mediana	91	19.36	23.49	29.2	102.6	63.5
Média ± Dp	622.3 ± 1515.47	18.75 ± 1.91	23.4 ± 1.63	29.14 ± 1.76	123 ± 113.5	60.21 ± 11.74
3º quartil	354.8	20.24	24.48	30.23	209.6	69.66
Máximo	10229	22.13	27.66	34.32	444	80.96

Organização: LEITE (2020).

Assim, os valores médios e medianos se assemelham, ou seja, ao longo dos 10 anos analisados, não houve valores discrepantes nas variáveis climáticas. Apesar disso, ao analisar a precipitação, o valor médio foi de 123 ± 113.5 , com alta dispersão. A Precipitação variou de 0 (valor mínimo), ou seja, sem chuvas, até 444 mm (Janeiro / 2016), período com mais chuvas. Verifica-se, também com o auxílio da figura 2, um aumento da precipitação nos primeiros meses do ano, mais especificamente entre os meses de Janeiro e Abril, levantamento que identifica a sazonalidade dos períodos chuvosos na região.

Na figura 1, observa-se o histograma da variável número de casos de dengue, no qual é possível identificar que a maioria dos casos está concentrado entre 0 e 1000 casos por mês, de forma que justifica a alta dispersão dessa variável.

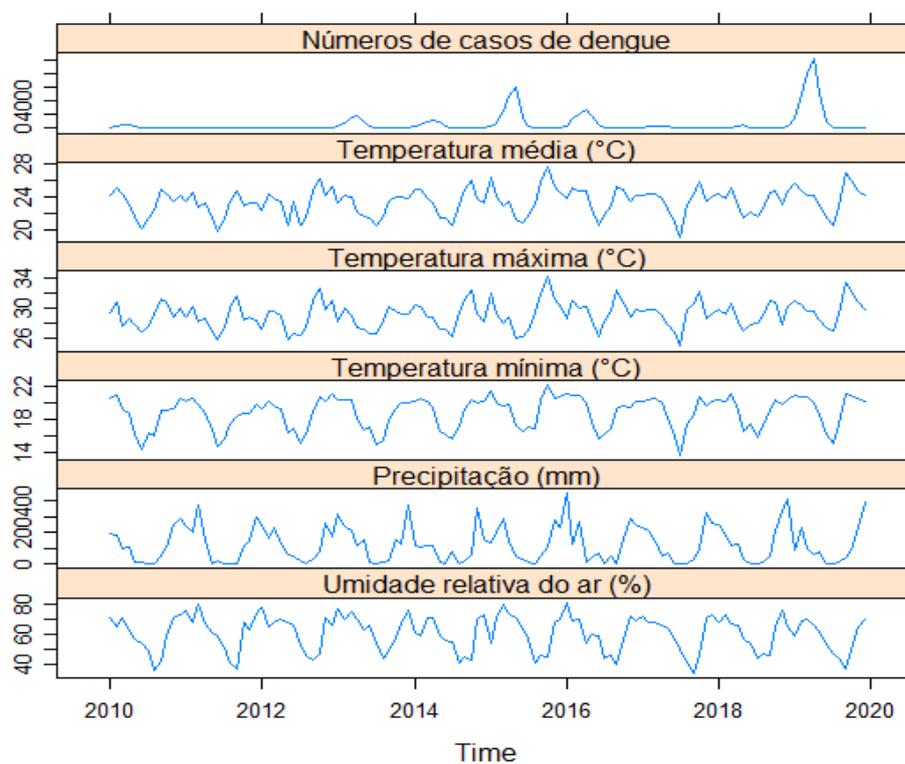
Figura 1: Histograma da variável número de casos de dengue em Uberlândia (MG).



Organização: LEITE (2020).

Na figura 2, observa-se a série temporal do número de casos de dengue, juntamente com todas as variáveis climáticas analisadas.

Figura 2: Séries temporais do número de casos de dengue e das variáveis climáticas na cidade de Uberlândia (MG), no período de 2010 a 2019.



Organização: LEITE (2020).

Em síntese, é possível identificar uma boa correlação entre as variáveis climáticas e o número de casos de dengue. Observa-se que, os anos em que as temperaturas médias atingiram os seus maiores valores, associadas a elevadas taxas de umidade relativa do ar e índices pluviométricos dentro da normalidade climatológica, foram os períodos com o maior número de casos.

No entanto, vale ressaltar que, devido à aleatoriedade no número de casos nos anos epidêmicos, a relação estatística entre algumas variáveis se mostrou baixa. Isso pode ser explicado pela ação de outros fatores socioambientais, tendo em vista o caráter de multicausalidade da dengue.

Em continuidade à análise, verifica-se que 2019 foi o ano mais epidêmico dentre os 10 anos analisados, embora em 2015 também tenham sido constatados números consideráveis em relação aos demais anos. Os anos de 2010, 2011, 2012, 2017 e 2018, por sua vez, foram

não epidêmicos.

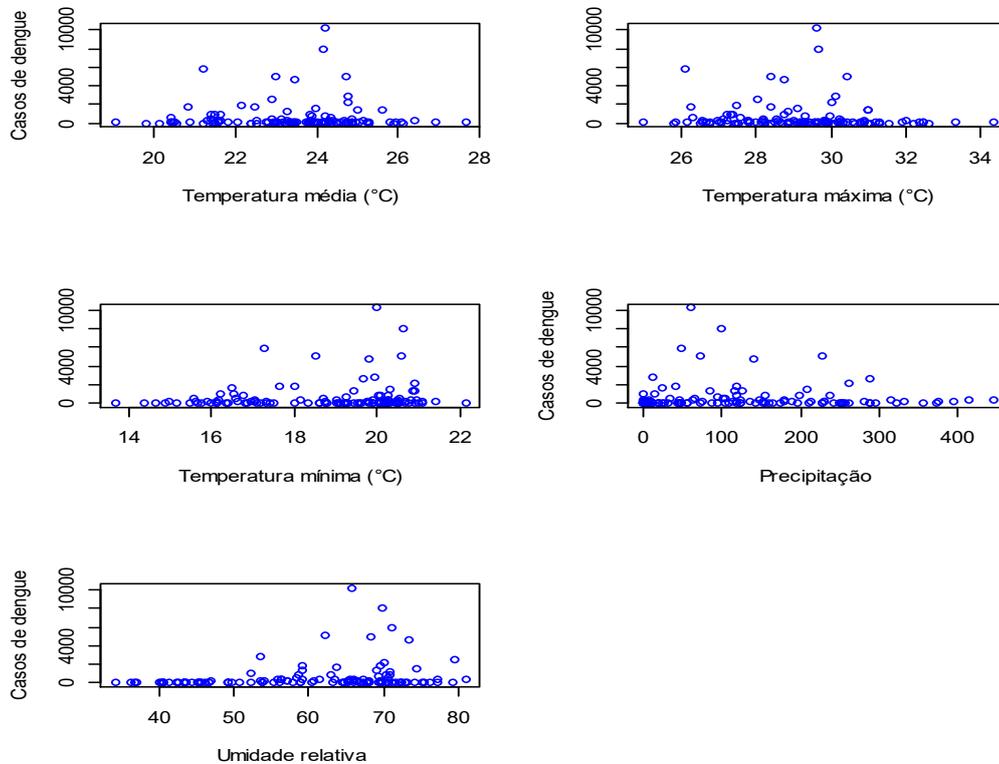
Os anos com menor incidência podem ser explicados pela ampla divulgação e efetivação de medidas de controle por parte do poder público. No entanto, apesar da diminuição dos casos nesses anos, estes ainda continuam bastante elevados.

A subnotificação também pode ter influência em anos em que os dados se mostram muito abaixo da média histórica da cidade. Para Melo et. al (2018), a subnotificação está associada a diversos fatores, dentre eles problemas no diagnóstico e na identificação dos casos e complexidades das doenças ou agravos.

Na figura 3, observa-se o gráfico com a relação do número de casos com todas as covariáveis analisadas. Conforme previsto na literatura, ao considerar a não significância da variável temperatura média em relação ao número de casos de dengue, avaliou-se a segmentação da variável temperatura média em três níveis. O primeiro nível composto por temperaturas abaixo de 22° C, o segundo nível com temperaturas entre 22 e 26° C e o terceiro nível com temperaturas médias acima de 26° C. Graficamente, percebe-se um aumento do número de casos entre as temperaturas médias de 22 a 26° C, fato este que objetivou verificar a significância dessa nova variável apresentada.

Como referenciado, ao tratar da correlação entre a temperatura média e a dengue, observa-se que o número de casos da doença tem um aumento exponencial nessa faixa de temperatura e uma redução quando as temperaturas ultrapassam os 28° C.

Figura 3: Plot do número de casos de dengue em relação às covariáveis climáticas analisadas.



Organização: LEITE (2020).

Na temperatura máxima, percebe-se um leve aumento no número de casos a partir das temperaturas compreendidas entre 28 e 30° C. Destaca-se que essas temperaturas, ao ultrapassarem a faixa dos 30° C, oferecem ao mosquito *Aedes aegypti* ambientes de maior dificuldade de adaptação. Outros estudos, no entanto, ressaltam que os domicílios nas cidades podem se tornar refúgios para o mosquito, dado que as temperaturas e o conforto térmico o protegem do calor extremo.

Analisando a temperatura mínima, houve um acréscimo considerável no número de casos de dengue com o seu aumento, mais precisamente acima de 18° C. Observa-se que, quanto maior a temperatura mínima, maior é a resposta da variável número de casos. Como referenciado anteriormente, temperaturas abaixo dos 18° C encurtam o tempo de vida dos

mosquitos, reduzem o comportamento alimentar deles e conseqüentemente diminuem o contato do vetor e do vírus com as pessoas.

Na variável climática precipitação, identifica-se que uma maior concentração de casos está associada a precipitações moderadas e não extremas. Dessa maneira, fica ainda mais evidente que a água das chuvas é essencial no processo biológico do vetor, por ser a fonte dos reservatórios de proliferação das larvas do mosquito. No entanto, chuvas abundantes acompanhadas de tempestades tem um efeito negativo, já que elimina grande parte dos reservatórios de proliferação. Assim, observou-se que médias pluviométricas mensais acima de 200 mm causaram uma diminuição considerável de casos de dengue.

No que se refere à umidade relativa do ar, com efeito, percebe-se alguns casos associados ao seu aumento. De acordo com a Figura 3, valores acima de 60% tiveram influência positiva no número de casos. Quando as mensais ultrapassaram os 70%, o número de casos revelou uma resposta ainda mais confirmativa.

Uma vez registradas essas observações, resta verificar a existência de influência estatística das covariáveis climáticas no número de casos de dengue na cidade de Uberlândia de 2010 a 2019. Para tanto, utilizou-se Modelos Lineares Generalizados com função logarítmica de Poisson e Binomial Negativa como descrito na metodologia.

Na tabela 2, são evidenciados os valores dos riscos relativos dos 9 anos analisados em relação ao primeiro ano, 2010. Observa-se que o risco relativo aumentou significativamente a partir do ano de 2015, quando passou a ser 5 vezes maior em relação ao ano de 2010 (2,39 ; 10,92). O mesmo ocorre para o ano de 2016, que também foi um ano epidêmico, com risco relativo de 7,11 (3,32 ; 15,23). Já no ano de 2019, que foi o ano mais epidêmico dos 10 períodos analisados, o risco relativo foi 16 (7,47 ; 34,25)

Tabela 2: Risco Relativo e intervalo de confiança (95 %) da variável controle Ano.

Ano	RR	Intervalo de confiança (95%)
2011	0,32	0,15 ; 0,68
2012	0,26	0,12 ; 0,56
2013	2,01	0,93 ; 4,30
2014	2,45	1,15 ; 5,21
2015	5,11	2,39 ; 10,92
2016	7,11	3,32 ; 15,23
2017	1,11	0,52 ; 2,36
2018	1,23	0,58 ; 2,62
2019	16,00	7,47 ; 34,25

Organização: LEITE (2020).

No modelo 1, foi incluído apenas a covariável umidade relativa do ar. Na análise desse quesito, constatou-se o aumento em uma unidade na umidade relativa acarretou o aumento de aproximadamente 8% no número de casos de dengue no mês, $RR = 1.0787$ (1.0589 ; 1.0982).

(TABELA 3)

Tabela 3- Risco Relativo, intervalo de confiança (95 %) e AIC dos modelos selecionados.

Modelos	Variáveis	RR	Intervalo de confiança (95%)	AIC
1	Umidade relativa do ar	1.0787	1.0589 ; 1.0982	1595.9
2	Temperatura máxima	0.7608	0.6553 ; 0.8842	1631.9
3	Umidade relativa do ar	1.0709	1.0519 ; 1.0899	1589.5
	Temperatura máxima	0.8446	0.754 ; 0.945	

Organização: LEITE (2020).

No modelo 2, analisando a temperatura máxima, observou-se que, para cada aumento de uma unidade na temperatura máxima, há uma diminuição no número de casos de dengue em cerca de 24%, $RR = 0.7608$ (0.6553 ; 0.8842), o que corrobora a teoria de que o mosquito não sobrevive a temperaturas muito altas. No gráfico da figura 3, é perceptível que, nos casos em que a temperatura é maior do que 30°C, houve uma diminuição na contagem de casos.

No modelo 3, notou-se a inclusão das covariáveis umidade relativa do ar e temperatura máxima, no qual foi obtido o menor valor de AIC (1589.5), considerado, então, o melhor modelo para representar a série. Para o modelo selecionado, evidencia-se que, a cada aumento de uma unidade da umidade relativa do ar, espera-se um aumento de

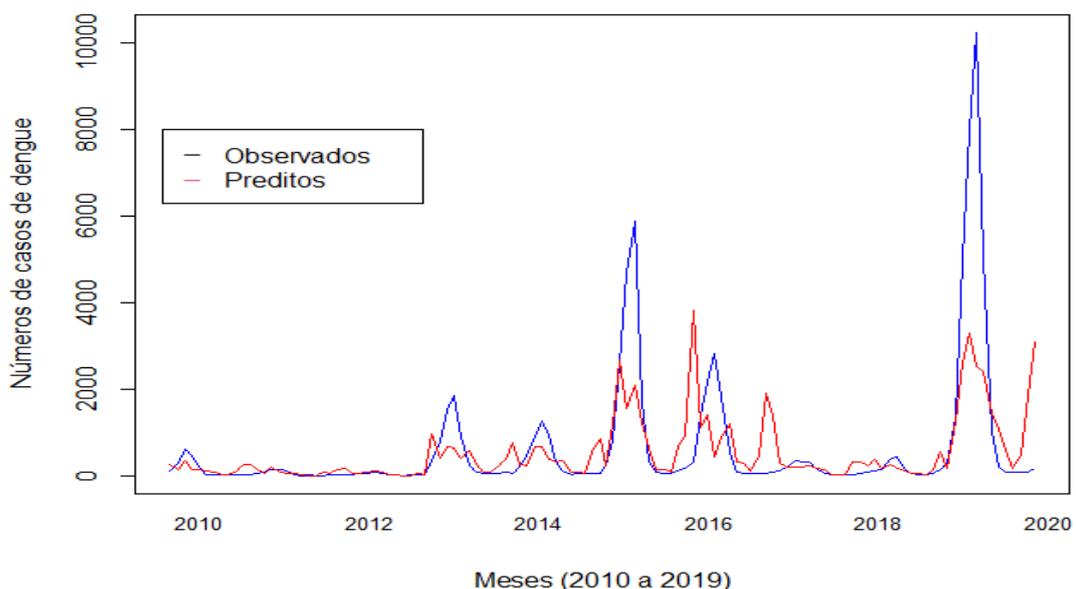
aproximadamente 7% no número de casos de dengue, $RR = 1.0709$ (1.0519 ; 1.0899); em relação à temperatura máxima, cada aumento em sua unidade ocasiona uma diminuição de 16% nas incidências de casos de dengue $RR = 0.8446$ (0.754 ; 0.945), considerando que este intervalo (a 95% de confiança) varia em uma redução de 5.5% 25% . (TABELA 3)

Na figura 4, verificam-se as séries observadas e prevista pelo modelo selecionado. Nele, observamos que o modelo estatístico ajustado foi capaz de identificar os anos epidêmicos, apesar da subestimação em relação aos valores observados e a superestimação no último ano.

Os anos epidêmicos de 2015 e 2019 foram subestimados pelo modelo devido à gravidade e à complexidade do contexto da dengue na cidade durante o período. Só no ano de 2019, foram notificados mais de trinta mil casos da doença, um número recorde e flagrantemente destoante do padrão epidemiológico de toda a série histórica da dengue em Uberlândia.

Devido às suas características clínicas inespecíficas e à realização de uma vigilância passiva, estima-se que a carga da doença no país seja subnotificada em períodos interepidêmicos e supernotificada em períodos epidêmicos. (KIKUTI, 2014)

Figura 4: Série original de casos de dengue em Uberlândia versus Série estimada pelo modelo 3. Em azul, tem-se a série original; em vermelho, a série estimada.



Organização: LEITE (2020).

Disso, pode-se concluir que há existência de correlação entre as variáveis climáticas selecionadas para o modelo 3 (temperatura máxima e umidade relativa do ar), para a estimação dos casos de dengue em Uberlândia. Por isso, anos com maiores percentuais na umidade relativa são mais suscetíveis às epidemias de dengue. Por outro lado, anos com médias de temperaturas máximas muito elevadas tendem a diminuir os números da doença.

Vale ressaltar que outras variáveis, como a sazonalidade, região, gestão municipal, equipamentos de saúde, saneamento e até mesmo variáveis demográficas influenciaram no número de casos de dengue durante o período analisado.

Esses resultados não determinam a dinâmica epidemiológica da doença, contudo se mostram necessários por fornecerem um conjunto de informações ambientais e climáticas da dengue que podem ser utilizadas pela gestão municipal para o controle de uma das maiores problemáticas de saúde de Uberlândia (MG).

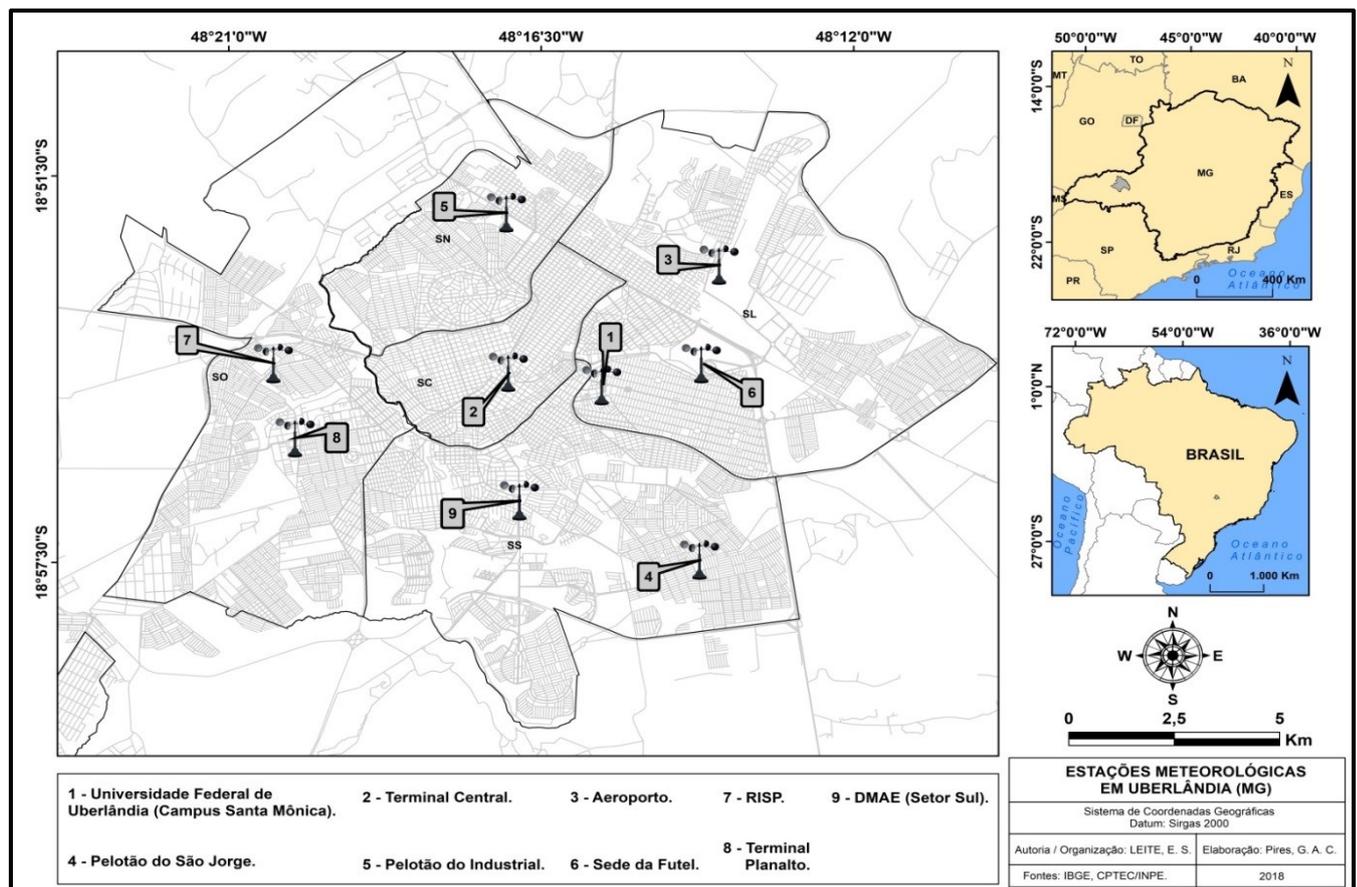
Além disso, esses dados seguramente permitem que se estabeleça uma correlação entre o clima e a saúde de Uberlândia. Isso porque a variabilidade climática local dos últimos anos favoreceu a proliferação de vetores e a maior disseminação da doença, de tal modo que pode ser considerada um fator agravante na situação da dengue.

Nesse sentido, de acordo com os dados apresentados, será necessária, por parte do poder público, uma maior atenção à dinâmica da doença em anos que possuem condições ambientais, sobretudo climáticas, favoráveis para a maior proliferação, maior atividade alimentar e maior sobrevivência do vetor transmissor do vírus da dengue. Não se pode esquecer, porém, que a questão se complexifica quando se considera outros fatores nas causas e consequências diretas da epidemiologia da dengue.

5.2 A relação entre variáveis climáticas e a dengue por setores de Uberlândia-MG para o período de junho de 2021 a junho de 2022.

A coleta dos dados climáticos foi realizada independente e setorizada, ou seja, foi dedicada uma análise para cada zona urbana (centro, leste, oeste, norte e sul). As estações utilizadas para a investigação estão localizadas na Universidade Federal de Uberlândia (1), Terminal Central (2), Pelotão do Industrial (5), Sede da Futel (6), RISP (7) e DMAE (9). (MAPA 2)

Mapa 2: Localização das estações meteorológicas automáticas móveis em Uberlândia (MG) – 2022.



Fonte: PREFEITURA MUNICIPAL DE UBERLÂNDIA (2022).
Organização: LEITE (2022).

Importante acrescentar que, para cada setor analisado, as variáveis climáticas foram analisadas com defasagem de até 2 meses e foram verificadas separadamente, com o intuito

de identificar significância em relação ao número de casos e isolar a influência de cada variável.

5.2.1 Setor Central

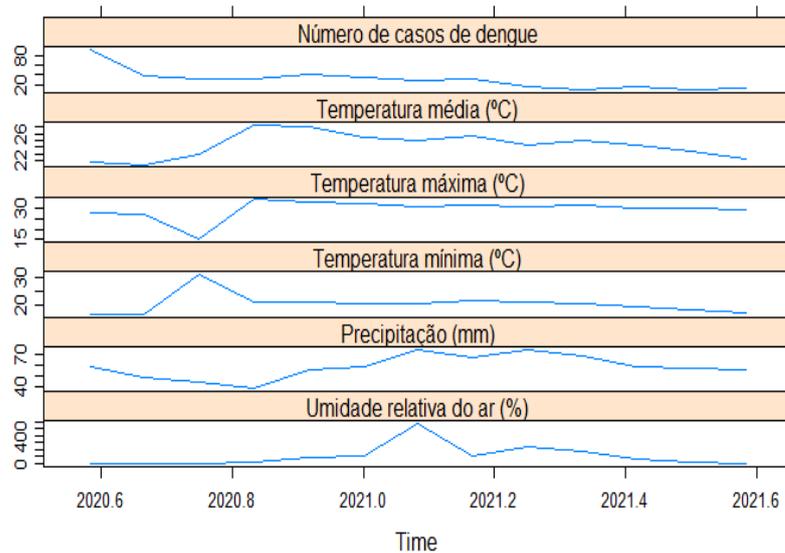
Na tabela 4, é possível observar a descrição estatística de todas as variáveis analisadas. Nota-se que o número médio de casos de dengue foi 30.77 ± 21.16 , ou seja, o alto valor do desvio padrão nos mostra a alta dispersão do número de casos, fato este que se confirma na figura 5, na qual junho de 2020 se mostrou o mês/ano mais epidêmico, com 91 casos, enquanto os meses março e maio de 2021 apresentaram apenas 10 casos confirmados.

Tabela 4: Estatística descritiva variáveis analisadas – setor central.

	Casos de dengue	Temperatura mínima (°C)	Temperatura média (°C)	Temperatura máxima (°C)	Precipitação	Umidade relativa do ar
Mínimo	10	16.8	21.5	15.2	0	38
1° quartil	16	18.6	23	29.4	3	56
Mediana	32	20.7	24.4	30.6	56.6	59
Média ± Dp	30.77 ± 21.16	20.48 ± 3.59	23.4 ± 1.84	29.45 ± 4.69	106.5 ± 156.58	58.62 ± 10.89
3° quartil	35	20.9	25.5	31.3	115.2	67
Máximo	91	31	27.3	34.2	566.4	75

Organização: LEITE (2022).

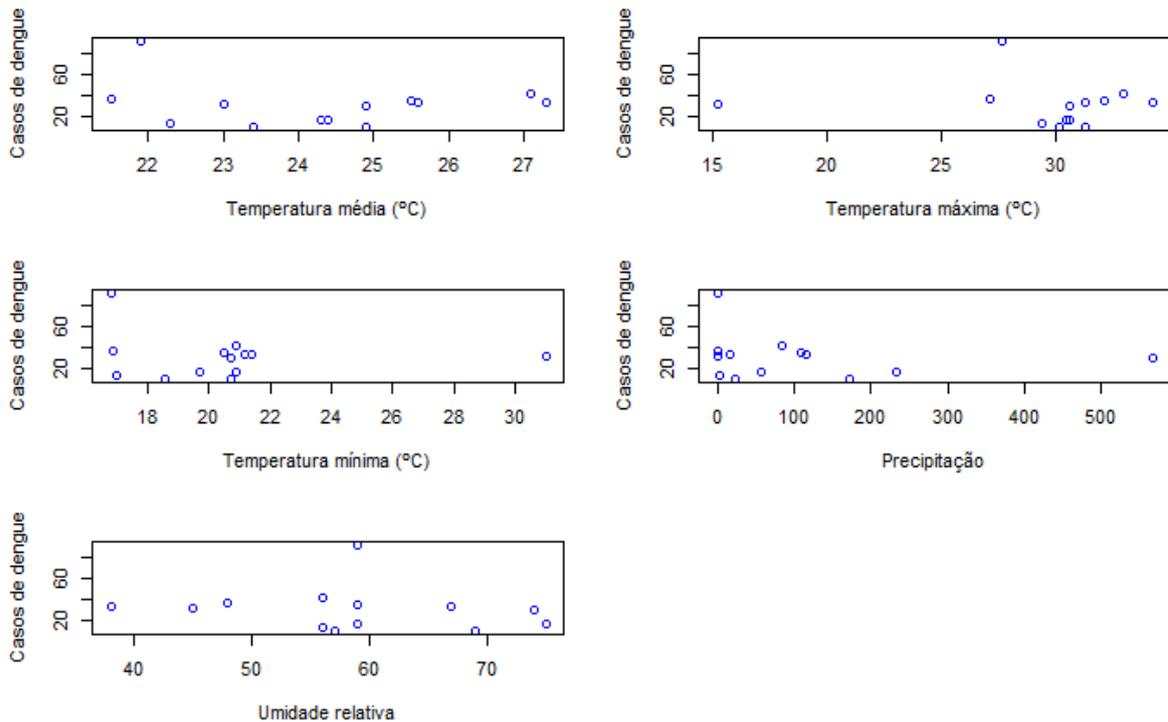
Figura 5: Séries temporais do número de casos de dengue e das variáveis climáticas Setor Central no período de junho/2020 a junho/2021.



Organização: LEITE (2022).

Analisando a figura 6 é possível observar um aumento do número de casos entre as temperaturas médias de 24 e 28°C e nas temperaturas máximas acima de 30 °C. Ainda nessa análise, graficamente os casos se concentraram na faixa de 20 a 22 °C nos valores de temperatura mínima.

Figura 6: Plot do número de casos de dengue em relação às covariáveis climáticas analisadas – setor central.



Organização: LEITE (2022).

No caso do setor central, a única covariável climática que apresentou significância estatística para a análise foi a umidade relativa do ar defasada com 1 mês ($p < 0.05$). Como relatado anteriormente o melhor modelo ajustado foi o Binomial Negativa devido à superdispersão dos dados. O resultado consta na tabela 5.

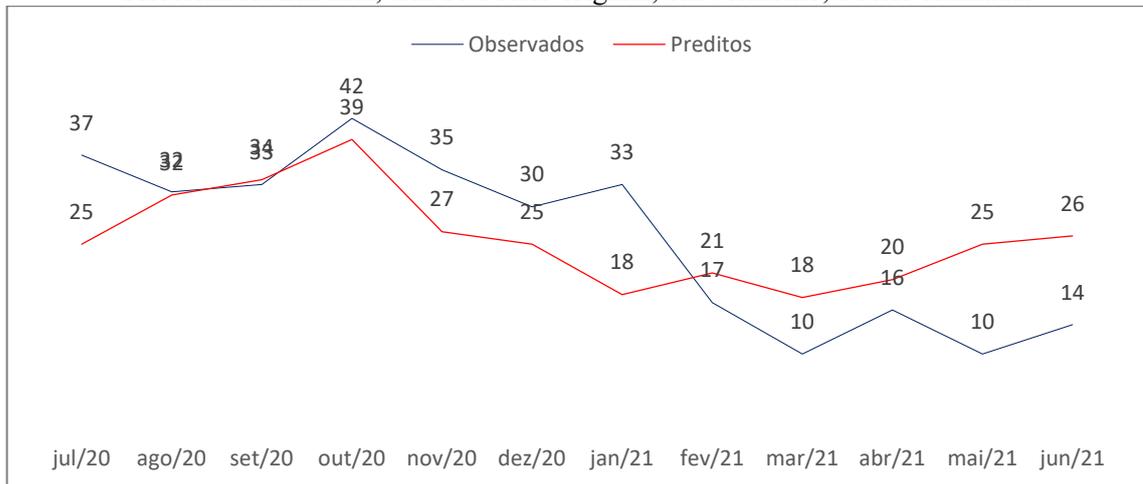
Tabela 5 - Risco Relativo, intervalo de confiança (95 %) e AIC do modelo selecionado.

Modelo	Variáveis	RR	Intervalo de confiança (95%)	AIC
1	Umidade relativa do ar defasada em 1 mês	0.9788	0.9592 ; 0.9984	94.19

Organização: LEITE (2022).

Para o modelo selecionado, considera-se que, a cada aumento de uma unidade da umidade relativa do ar defasada em 1 mês, espera-se um acréscimo de aproximadamente 2% no número de casos de dengue, $RR = 0.9788 (0.9592 ; 0.9984)$.

Figura 7: Série original de casos de dengue Setor Central versus Série estimada pelo modelo selecionado. Em azul, tem-se a série original; em vermelho, a série estimada.



Organização: LEITE (2022).

No gráfico comparativo acima, fica mais evidente os valores observados e preditos pelo modelo selecionado. Em geral, o modelo conseguiu acompanhar o comportamento dos casos de dengue, embora tenha havido superestimação nos últimos meses da série

5.2.2 Setor Leste

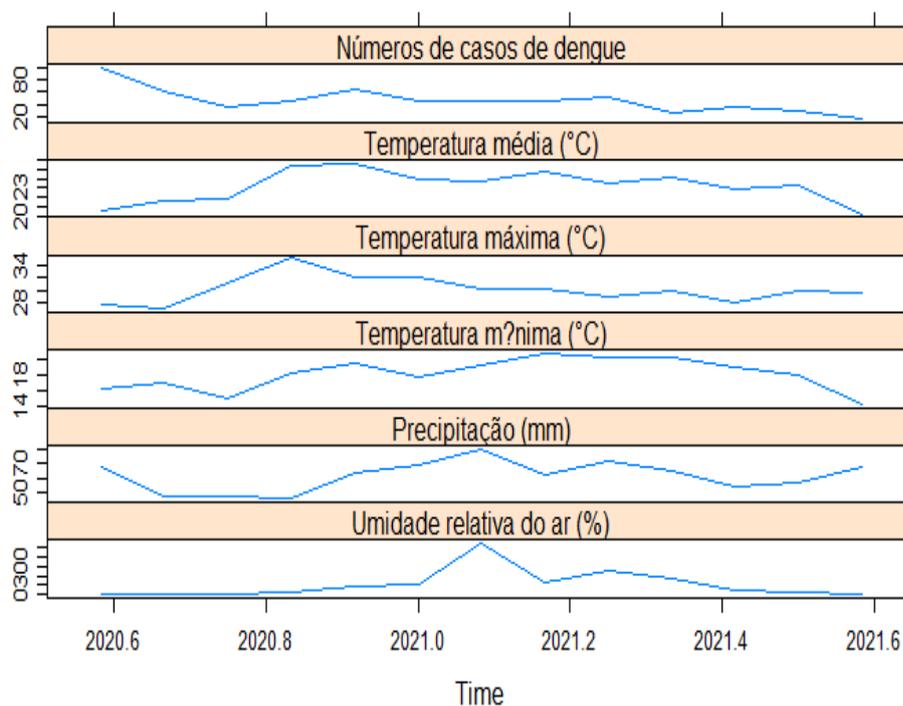
Na tabela que se segue, estão descritas as estatísticas de todas as variáveis analisadas para o setor em questão. Nota-se que o número médio de casos de dengue foi 46.46 ± 20.46 , um alto valor do desvio padrão que revela a alta dispersão do número de casos, fato este que pode ser observado na figura 8, na qual é possível constatar que junho de 2020 foi o mês/ano mais epidêmico, com 99 casos, enquanto o mês menos epidêmico também foi em junho, em 2021, com um total de 17 casos.

Tabela 6: Estatística descritiva variáveis analisadas – setor leste

	Casos de dengue	Temperatura mínima (°C)	Temperatura média (°C)	Temperatura máxima (°C)	Precipitação	Umidade relativa do ar
Mínimo	17	14.2	20.2	27.1	0	46
1° quartil	37	16.9	21.9	29	0.4	55
Mediana	44	18.4	23.6	29.8	42.6	64
Média ± Dp	46.46 ± 20.46	18.17 ± 2.12	23.22 ± 1.75	30.15 ± 2.11	104.7 ± 153.01	61.62 ± 10.2
3° quartil	52	19.5	24.2	31.2	132.6	68
Máximo	99	20.9	25.7	35	542.6	80

Organização: LEITE (2022).

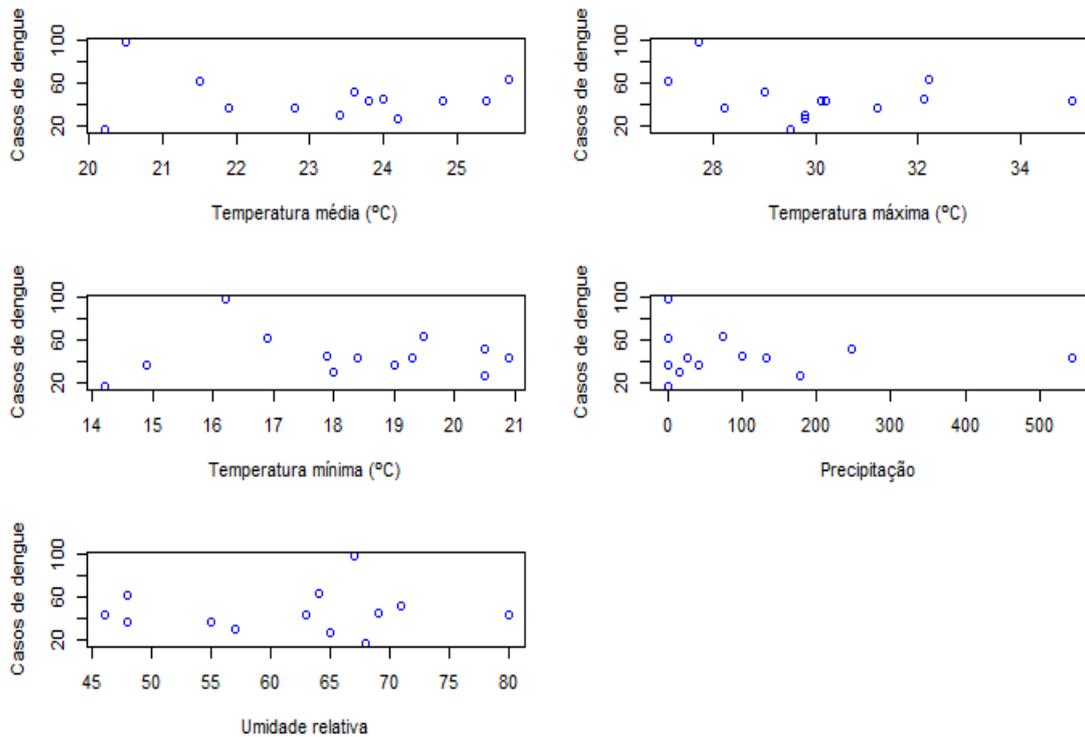
Figura 8: Séries temporais do número de casos de dengue e das variáveis climáticas Setor Leste no período de junho/2020 a junho/2021.



Organização: LEITE (2022).

Importante notar o aumento do número de casos entre as temperaturas médias de 23 a 26°C e com temperaturas máximas acima de 30 °C (FIGURA 9). No gráfico registra-se acúmulo dos casos na faixa de 18 a 21 °C para os valores de temperatura mínima e nos valores acima de 60% de umidade relativa.

Figura 9: Plot do número de casos de dengue em relação às covariáveis climáticas analisadas – setor leste.



Organização: LEITE (2022).

Enquanto no setor central a umidade relativa do ar foi um fator importante para a análise dos dados, no caso do setor leste foi a temperatura mínima defasada em 2 meses que apresentou maior significância estatística ($p < 0.05$). (TABELA 7)

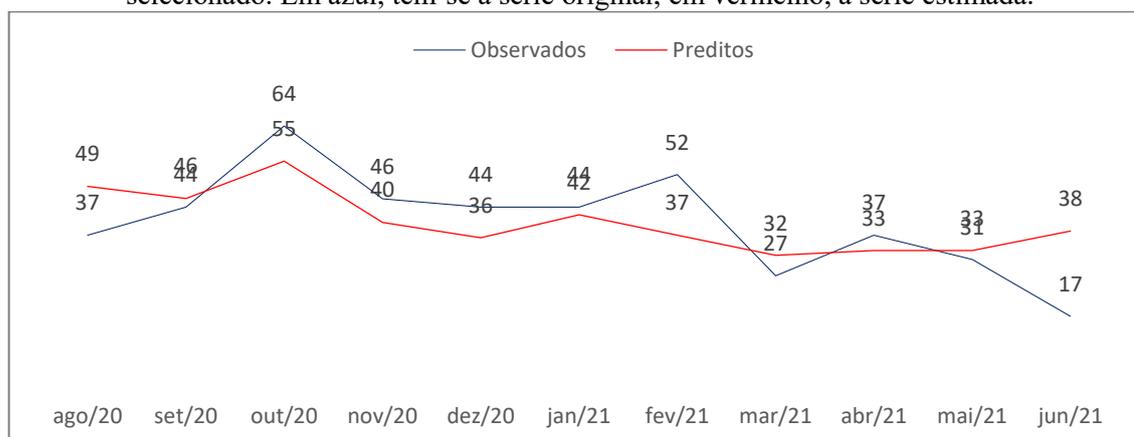
Tabela 7 - Risco Relativo, intervalo de confiança (95 %) e AIC do modelo selecionado.

Modelo	Variáveis	RR	Intervalo de confiança (95%)	AIC
1	Temperatura mínima defasada em 1 mês	0.9788	0.9592 ; 0.9984	94.19

Organização: LEITE (2022).

Para o modelo em questão, verifica-se que, a cada aumento de uma unidade da temperatura mínima defasada em 2 meses, espera-se um decréscimo de aproximadamente 8,7% no número de casos de dengue, $RR = 0.913$ (0.8406 ; 0.9904).

Figura 10: Série original de casos de dengue Setor leste versus Série estimada pelo modelo selecionado. Em azul, tem-se a série original; em vermelho, a série estimada.



Organização: LEITE (2022).

O registro dos dados observados e preditos pelo método estatístico, no gráfico acima, permite concluir que o modelo conseguiu acompanhar o comportamento dos casos de dengue, apesar de se verificar subestimação nos meses de outubro de 2020 a março de 2021.

5.2.3 Setor Oeste

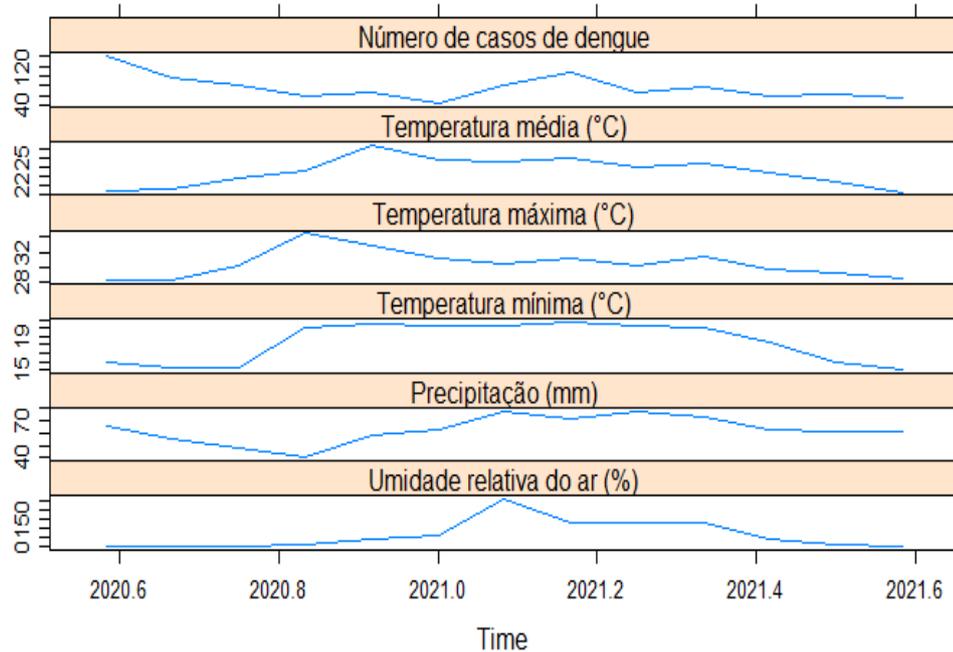
A tabela 8 a seguir mostra que o número médio de casos de dengue na região Oeste foi 76.38 ± 25.55 . Junho de 2020 e janeiro de 2021 foram os meses/ano mais epidêmicos, com 140 e 106 casos, respectivamente. Em contrapartida, o mês/ano com menor incidência de casos foi novembro de 2020, com 44 casos.

Tabela 8: Estatística descritiva variáveis analisadas – setor oeste

	Casos de dengue	Temperatura mínima (° C)	Temperatura média (° C)	Temperatura máxima (° C)	Precipitação	Umidade relativa do ar
Mínimo	44	15.1	21.3	28.2	0	40
1° quartil	59	16	22.5	29.3	1.8	59
Mediana	68	20	23.6	30.3	41	63
Média ± Dp	76.38 ± 25.55	18.28 ± 2.36	23.58 ± 1.6	30.44 ± 1.83	63.83 ± 78.84	62.69 ± 10.86
3° quartil	82	20.2	24.7	31.2	129.4	71
Máximo	140	20.7	26.5	34.5	260.2	78

Organização: LEITE (2022).

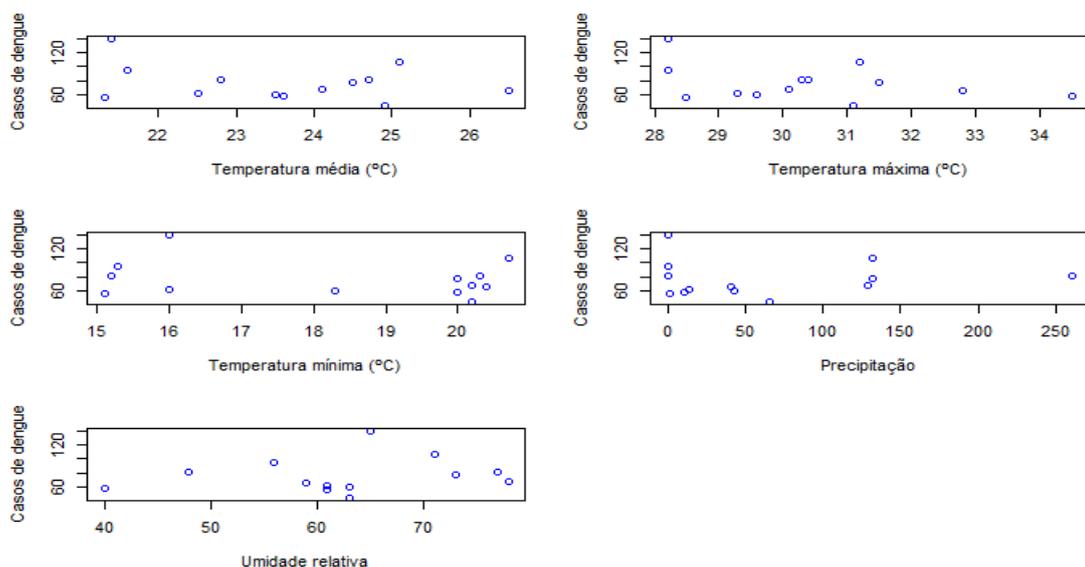
Figura 11: Séries temporais do número de casos de dengue e das variáveis climáticas Setor Oeste no período de junho/2020 a junho/2021.



Organização: LEITE (2022).

A imagem abaixo permite constatar um aumento do número dos casos entre as temperaturas médias de 23 a 26 °C e com temperaturas máximas entre 29 a 32 °C. Novamente, no gráfico, é possível destacar a concentração dos casos com valores de umidade relativa acima de 60%.

Figura 12: Plot do número de casos de dengue em relação às covariáveis climáticas analisadas – setor oeste



Organização: LEITE (2022).

Para o caso do setor oeste, a covariável climática temperatura máxima defasada em 1 mês foi a que apresentou mais relevância na análise estatística, com significância de 10% ($p = 0,09$). O modelo Binomial Negativa foi o que melhor se ajustou a esse caso em função da superdispersão dos dados, resultado que consta na tabela 9.

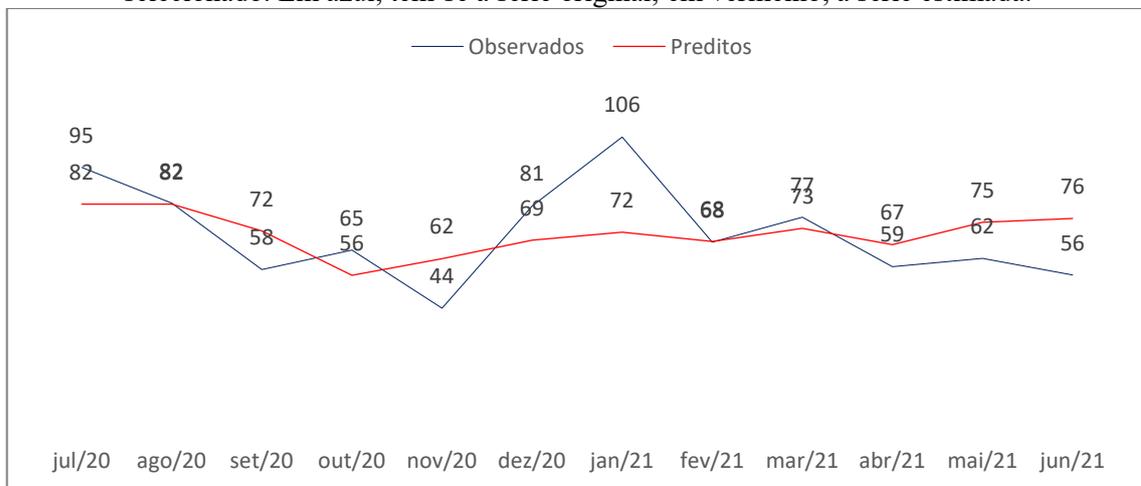
Tabela 9 - Risco Relativo, intervalo de confiança (95 %) e AIC do modelo selecionado

Modelo	Variáveis	RR	Intervalo de confiança (95%)	AIC
1	Temperatura máxima defasada em 1 mês	0.9418	0.8788 ; 1.0096	104.72

Organização: LEITE (2022).

Nesse modelo, constatou-se, para cada aumento de uma unidade da temperatura máxima defasada em 1 mês, um decréscimo de 5,8% no número de casos de dengue, $RR = 0.9418$ (0.8788 ; 1.0096).

Figura 13: Série original de casos de dengue Setor Oeste versus Série estimada pelo modelo selecionado. Em azul, tem-se a série original; em vermelho, a série estimada.



Organização: LEITE (2022).

Na figura 13, assim como para os setores anteriores, observa-se que, em geral, o modelo conseguiu acompanhar o comportamento dos casos de dengue. Vale ressaltar que o mês de janeiro de 2021 no setor oeste foi epidêmico. Isso demonstra que houve subestimação na predição do modelo.

5.2.4 Setor Norte

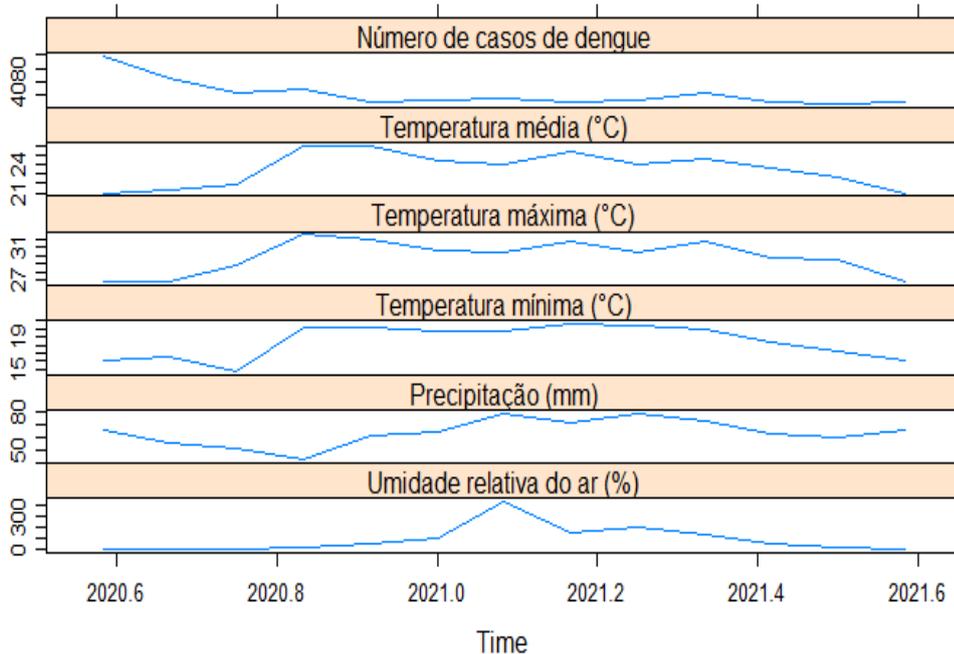
Na tabela 10, com as estatísticas descritivas de todas as variáveis analisadas, nota-se que o número médio de casos de dengue foi 41.46 ± 20.2 . Previsivelmente, o mês/ano mais epidêmico foi, uma vez mais, junho de 2020, com 98 casos, e o menos epidêmico, maio de 2021.

Tabela 10: Estatística descritiva variáveis analisadas – setor norte.

	Casos de dengue	Temperatura mínima (° C)	Temperatura média (° C)	Temperatura máxima (° C)	Precipitação	Umidade relativa do ar
Mínimo	26	14.8	21	26.8	0	42
1° quartil	30	16.5	21.9	28.8	0.6	60
Mediana	32	19.6	24.1	30.3	46	64
Média ± Dp	$41.46 \pm 20,19$	18.45 ± 1.99	23.55 ± 1.79	29.78 ± 1.99	87.63 ± 119.89	63.77 ± 10.42
3° quartil	44	20.1	24.6	31.6	124	71
Máximo	98	20.6	26	32.5	421.6	79

Organização: LEITE (2022).

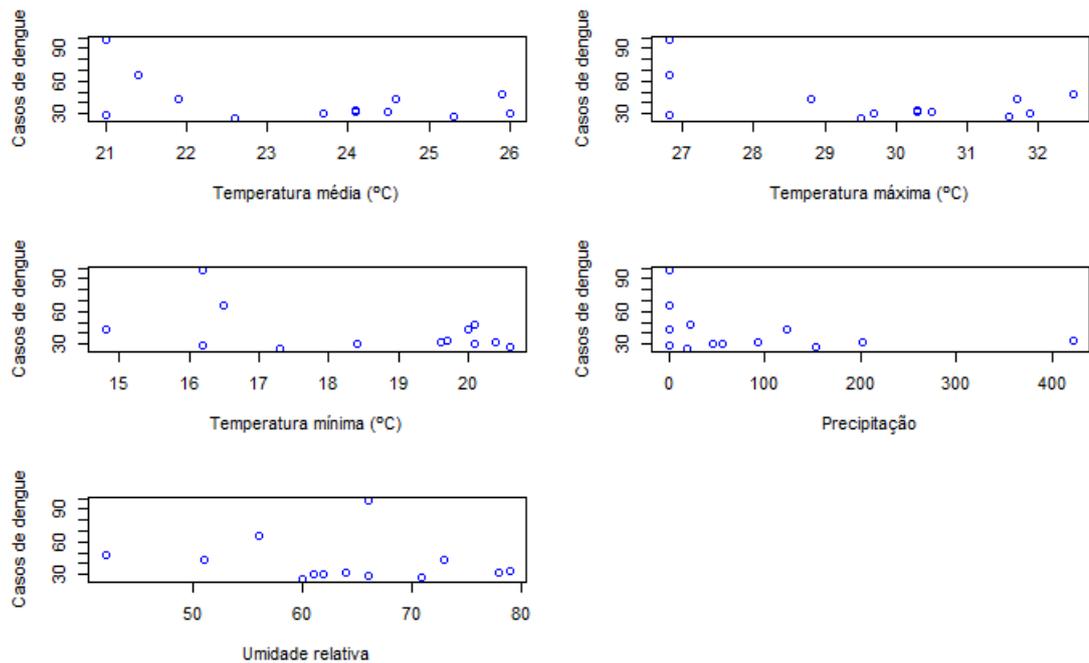
Figura 14: Séries temporais do número de casos de dengue e das variáveis climáticas Setor Norte no período de junho/2020 a junho/2021.



Organização: LEITE (2022).

No setor norte, entre junho de 2021 a junho de 2022, verifica-se que os casos de dengue centralizaram-se nas faixas de 24 a 26 °C de temperatura média e acima dos 30 °C de temperatura máxima. Já em relação à temperatura mínima e à umidade relativa, os casos se mostraram mais concentrados entre 18 e 21 °C e acima dos 60%, respectivamente.

Figura 15: Plot do número de casos de dengue em relação às covariáveis climáticas analisadas – setor norte.



Organização: LEITE (2022).

No setor norte, peculiarmente, observou-se maior significância estatística nas variáveis temperatura máxima e média sem defasagens e temperatura mínima com defasagem em 1 mês ($p < 0,05$). Ao reproduzir o modelo com as três variáveis conjuntas, apenas a variável temperatura mínima com defasagem em 1 mês apresentou significância ($p < 0,05$).

Na tabela abaixo, é possível avaliar a relação dos 3 modelos selecionados, todos eles do tipo Binomial Negativa devido à superdispersão dos dados.

Tabela 11 - Risco Relativo, intervalo de confiança (95 %) e AIC dos modelos selecionados.

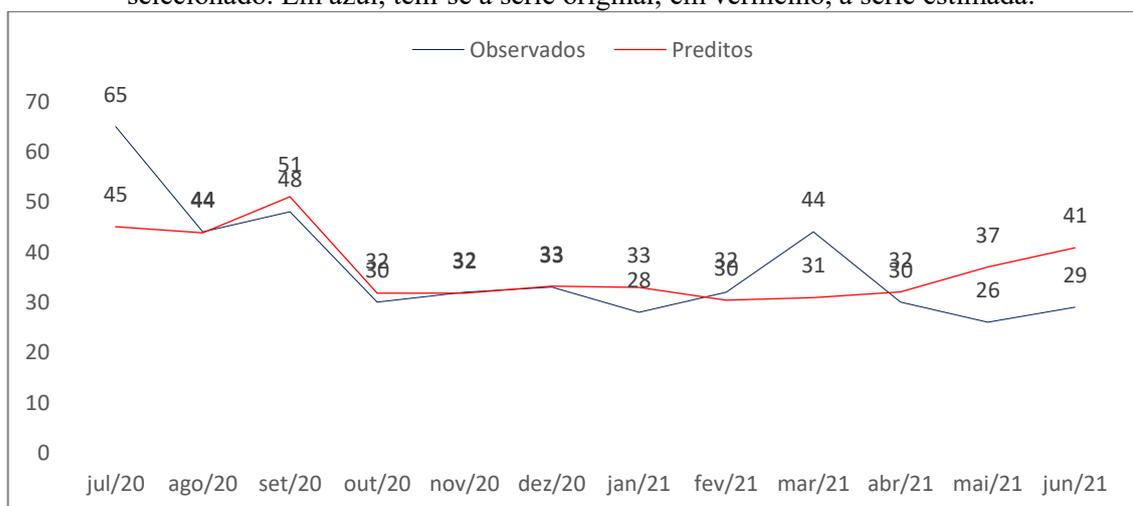
Modelo	Variáveis	RR	Intervalo de confiança (95%)	AIC
1	Temperatura média	0.8904	0.8017 ; 0.9877	110.39
2	Temperatura máxima	0.9011	0.822 ; 0.9863	110.19
3	Temperatura mínima defasada em 1 mês	0.9146	0.8575 ; 0.9752	89.33

Organização: LEITE (2022).

Sendo assim, o modelo selecionado foi o modelo 3, com a covariável temperatura mínima defasada em 1 mês, por ter apresentado o menor valor de AIC (89.33).

Nesse modelo, evidencia-se que, a cada aumento de uma unidade da temperatura mínima defasada em 1 mês, espera-se um decréscimo de 8,5% no número de casos de dengue, RR = 0.9146 (0.8575 ; 0.9752).

Figura 16: Série original de casos de dengue Setor Norte versus Série estimada pelo modelo selecionado. Em azul, tem-se a série original; em vermelho, a série estimada.



Organização: LEITE (2022).

Na figura 16, observa-se uma relação mais ajustada na representação do gráfico comparativo com os valores observados e preditos pelo modelo selecionado para o setor norte. De maneira geral, o modelo conseguiu acompanhar o comportamento dos casos de dengue.

5.2.5 Setor Sul

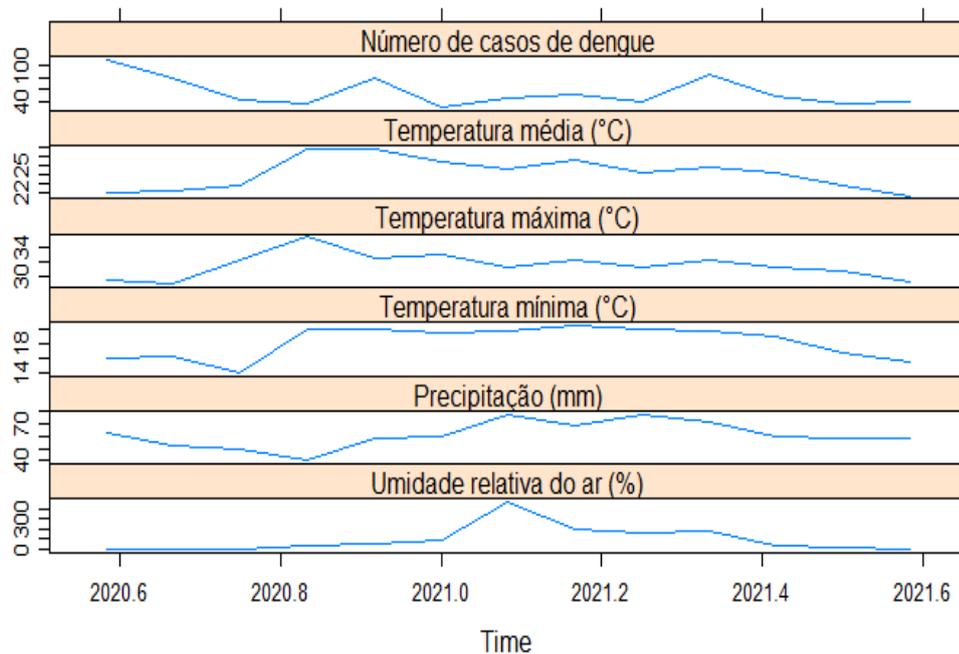
Por fim, para a análise estatística do Setor Sul, foram descritos na tabela 12 os dados estatísticos das variáveis analisadas. Nota-se que o número médio de casos de dengue foi 55.15 ± 24.5 . Assim como em outros setores, o mês/ano mais epidêmico novamente foi junho de 2020, com 109 casos. O menos epidêmico foi novembro de 2020, com 30 casos registrados.

Tabela 12: Estatística descritiva variáveis analisadas – setor sul.

	Casos de dengue	Temperatura mínima (°C)	Temperatura média (°C)	Temperatura máxima (°C)	Precipitação	Umidade relativa do ar
Mínimo	30	14	21.6	28.9	0	40
1° quartil	38	16.2	22.8	30.7	2.6	58
Mediana	44	19.7	24.1	31.3	43.2	60
Média ± Dp	55.15 ± 24.5	18.28 ± 2.24	24.12 ± 1.79	31.51 ± 1.77	96.17 ± 131.96	61.15 ± 10.75
3° quartil	78	20	25.4	32.3	164.4	69
Máximo	109	20.6	26.9	35.4	466.8	78

Organização: LEITE (2022).

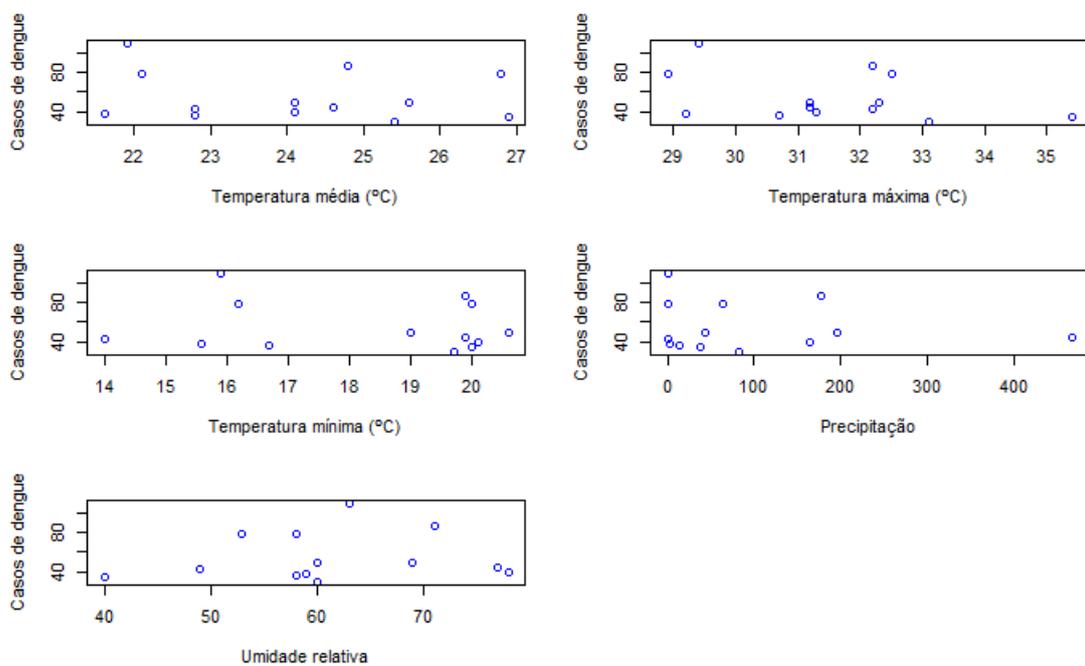
Figura 17: Séries temporais do número de casos de dengue e das variáveis climáticas Setor Sul no período de junho/2020 a junho/2021.



Organização: LEITE (2022).

Os gráficos a seguir mostram que os casos de dengue concentraram-se nas faixas de 24 a 27 °C de temperatura média e acima dos 32° C de temperatura máxima. Já em relação à temperatura mínima, o maior número de casos é observado entre 19 e 21°C, padrão que também não revela grande discrepância em relação a diferentes concentrações observadas em outros setores.

Figura 18: Plot do número de casos de dengue em relação às covariáveis climáticas analisadas – setor sul.



Organização: LEITE (2022).

Diferentemente dos outros, contudo, os dados de contagem de casos de dengue do setor sul não apresentaram significância estatística entre as covariáveis climática, mesmo com defasagem de até 2 meses.

5.3 A dinâmica espacial da dengue em Uberlândia – MG.

No período de estudo, foi verificada a circulação simultânea de três sorotipos do vírus

da dengue na cidade de Uberlândia, o que pode ter contribuído para a elevação do número de casos com complicações, principalmente no ano de 2019. A avaliação que se faz das epidemias de dengue na cidade, em especial das ocorridas em 2013, 2015, 2016 e 2019, é de extrema gravidade, pelos altos índices de incidência e outras singularidades que, se compreendidas, permitirão redobrar a atenção nas áreas com focos isolados de altíssima densidade vetorial e frear possíveis novos surtos no futuro.

Assim como muitas cidades brasileiras, Uberlândia é acometida pela dengue, e grande parcela da população sofre com a doença todos os anos. Na série analisada de 2010 a 2019, foram confirmados aproximadamente 74.635 casos da doença. Só no ano de 2019, foram identificados 31.328 casos, representando 42% de todos os casos notificados no período analisado, com mais de 20 óbitos. Esse quadro impactou negativamente o município, uma vez que a dengue impõe implicações socioeconômicas importantes, pois aumenta a ausência no trabalho, a procura pelos serviços de saúde e conseqüentemente os gastos governamentais.

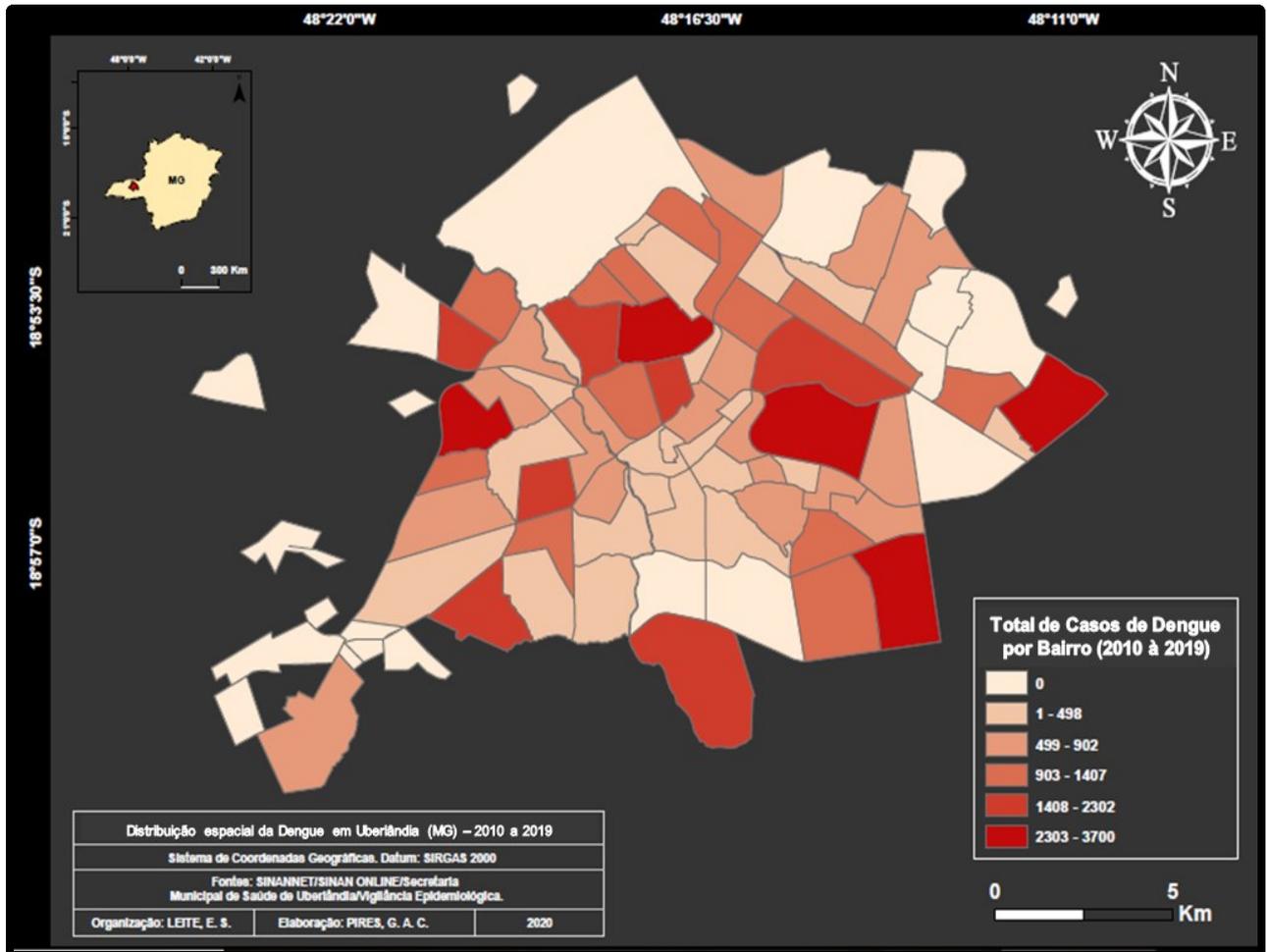
Analisando o mapa abaixo (Figura 6), da distribuição total dos casos de dengue dentro do período de 2010 a 2019, percebe-se que o maior número de casos ocorreu nos bairros Morumbi (3.700 casos), Santa Mônica (2.890 casos), Luizote de Freitas (2.859), Presidente Roosevelt (2.757 casos), São Jorge (2.660), Jardim Brasília (2.302 casos), Tibery (2.147 casos), Shopping Park (1.891 casos), Martins (1.838 casos) e Tocantins (1.654 casos).

Os bairros menos afetados estão localizados em áreas longínquas e nas extremidades da cidade, como o Pequis, Morada do Sol, Distrito Industrial, Nova Alvorada, entre outros. Isso ocorre, pois os bairros mais centrais possuem maior grau de urbanização e maior adensamento populacional, propiciando maior número de acometidos pela doença.

Nota-se que bairros de alta renda, como o Gávea, Jardim Sul, Jardim Karaíba e Granja Marileuza somaram um número menor de casos para a série analisada em comparação ao restante da cidade. Isso se explica não só pelo melhor ordenamento urbano em bairros mais

luxuosos da cidade, mas também pelo fato de que nessas áreas a população tende a procurar atendimentos particulares de saúde, fazendo com que os dados não sejam quantificados pelo sistema único de saúde (SUS).

Mapa 3: Distribuição espacial da Dengue em Uberlândia (MG) – 2010 a 2019.



Fonte: SECRETARIA MUNICIPAL DE SAÚDE DE UBERLÂNDIA (2020).
Organização: LEITE (2020).

Destaca-se que a doença atinge intensamente todos os setores da cidade, mas com uma leve superioridade nos setores norte e leste, possivelmente por possuírem maior densidade populacional e mais imóveis – na sua maioria, casas, locais de maior foco de vetores.

O que se espera em condições normais é que áreas mais ocupadas diminuam os índices de infestação em virtude da restrição de habitats naturais para os vetores, das melhores condições nas infraestruturas urbanas de saneamento, limpeza, coleta de lixo e fornecimento de água tratada. No entanto, o que se observa em Uberlândia é que, mesmo nessas áreas, de

maior adensamento urbano, a presença de muitos lotes vagos e muitas das vezes abandonados consolidam criadouros para a reprodução dos vetores.

Figura 19: Lotes vagos e abandonados em Uberlândia (MG).



Fonte: G1 UBERLÂNDIA (2020)
Organização: LEITE (2020)

Há que se destacar também o papel de grande parte da população que, ao adotar hábitos inadequados de organização e ao descartar bens e objetos nas suas residências, criam pontos de acúmulo de água e, com isso, favorece a formação de reservatórios propícios para a proliferação dos vetores.

O descarte incorreto de lixo em terrenos baldios ainda é uma prática comum nas cidades brasileiras. Entulhos e resíduos mal descartados nestas áreas formam reservatórios de proliferação de mosquitos por anos, caso não sejam retirados. Os ovos dos mosquitos, ao serem depositados nos recipientes e se fixarem nas paredes, podem resistir até um ano.

Apesar da responsabilidade de conservação desses terrenos serem de seus proprietários, é necessário que a prefeitura municipal tome conhecimento do estado desses locais, notificando e até aplicando multas dependendo do estado do terreno.

Uberlândia tem cerca de 60 mil lotes vagos e grande parte deles não são limpos periodicamente pelos proprietários. De acordo com a Prefeitura Municipal, desde 2013 é realizado um mutirão de limpeza em alguns desses terrenos e os gastos são cobrados dos proprietários no IPTU anual. (PREFEITURA MUNICIPAL, 2020)

Figura 20: Resíduos mal descartados em terreno do bairro Presidente Roosevelt em Uberlândia (MG).



Fonte: LEITE (2020)
Organização: LEITE (2020)

Ainda, os bairros de maior incidência possuem condicionantes sociais favoráveis à transmissão do vírus, muito em função da complexidade de suas funções econômicas. São áreas de intenso fluxo de mercadorias, bens e serviços; de intensa circulação de pessoas de outras regiões e de alta mobilidade diária de pessoas entre os bairros e setores. O grande

fluxo diário de pessoas funciona como corredores entre as áreas periférica, centrais e até interurbanas, contribuindo com a cadeia epidemiológica da doença.

Outro fator a ser destacado destas localidades de maior ocorrência é a grande quantidade de imóveis fechados que prejudica a inspeção e destruição de prováveis focos de proliferação. Na prática da vigilância e controle de dengue, mesmo com uma boa qualidade de trabalho nos imóveis vistoriados, recipientes que servirão para a manutenção da infestação do vetor no território podem ser mantidos naqueles imóveis onde não se tem acesso.

De acordo com a Vigilância Epidemiológica de Uberlândia (2019), cerca de 40% dos imóveis não são vistoriados na cidade. Mesmo com a atuação de mais de 400 agentes para o combate à dengue, muitos focos da doença não são destruídos e contribuem para a proliferação do mosquito na temporada de chuva posterior.

Esse contexto influencia diretamente nos níveis de infestação de certas localidades e se configura como obstáculo à gestão epidemiológica da cidade em relação ao controle da transmissão da endemia. Para Holcman et. al (2012), a ação do inseticida sobre as formas adultas do vetor pode ser comprometida pela geração de fêmeas de criadouros existentes em casas que não foram vistoriadas e, portanto, não sofreram controle larvário.

Reflexo de tais problemas, verificou-se que a doença vem avançando e acometendo um maior número de bairros a cada ano. No entanto, faz-se necessário implantar planos estratégicos e pontuais em bairros prioritários, visando reduzir a proliferação do vírus e do vetor e evitar despesas desnecessárias da vigilância.

A partir dos resultados alcançados, observou-se que, em todos os anos, os casos se concentraram nos meses de abril a maio e, como abordado anteriormente, a proliferação do vetor foi favorecida pelos fatores climáticos do município, visto que o aumento da incidência da doença coincidiu com os períodos quentes e chuvosos durante todo o período de análise.

Avaliando a incidência da dengue para cada 100.000 habitantes, apenas três anos da série ficaram abaixo dos 300 casos (2011, 2012 e 2017). Todos os outros anos estiveram acima da média, atingindo a incrível marca de 5.186 casos por 100.000 habitantes no ano de 2019, o mais problemático de toda a série. Destacam-se também os anos de 2015 e 2016, com 2.769 e 1.564 casos respectivamente.

De acordo com o Programa Nacional de Controle da Dengue, áreas de baixa incidência possuem taxa inferior a 100 casos por 100.000 habitantes; áreas de média incidência, com taxas no intervalo entre 100 e 300 casos por 100.000 habitantes, e áreas de alta incidência, com taxas acima de 300 casos por 100.000 habitantes.

Dessa forma, conhecer os bairros e ou locais com maior ocorrência de casos da doença também pode ser importante para o programa municipal de controle da dengue, dado que a partir da identificação das áreas mais vulneráveis seria possível priorizar e aperfeiçoar as ações dos ACE e assim obter melhores resultados no controle do vetor.

Diante disso, é necessário aprofundar sobre os motivos pelos quais a dengue acomete mais alguns bairros que outros. Embora os fatores ambientais e climáticos também estejam correlacionados, a vulnerabilidade social pode ser um fator importante já que anualmente bairros de baixa renda são mais afetados, o que torna necessário um estudo mais aprofundado e integrador em nível de bairro.

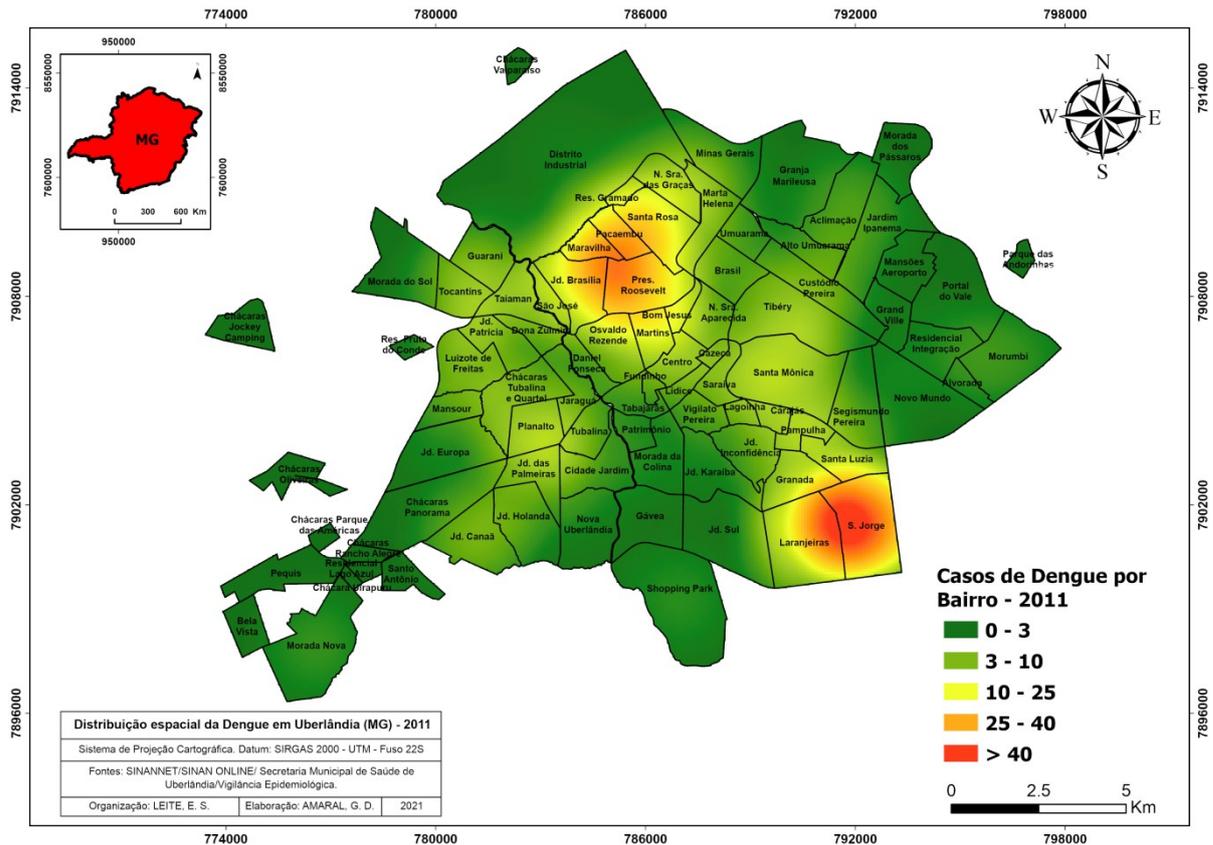
5.4 A evolução espacial da dengue em Uberlândia – MG.

Primeiramente, analisar a variação temporal e espacial dos movimentos da dengue na dinâmica da cidade é necessário para orientar as tomadas de decisão, definir estratégias de investigação e elaboração de propostas de intervenção para o controle dessa endemia.

Ao analisar a Figura 9, verificou-se que, no ano de 2011, o setor Sul da cidade foi o mais acometido pela dengue. Os bairros de maior ocorrência foram São Jorge (40 casos),

Laranjeiras (29 casos) e Granada (14 casos). Em seguida, há os bairros do setor norte: Presidente Roosevelt (29 casos), Jardim Brasília (24 casos), Nossa Senhora das Graças (15 casos), e do Setor Leste: Santa Mônica (17 casos). No referido ano, os setores Oeste e Central foram as regiões menos impactadas da cidade.

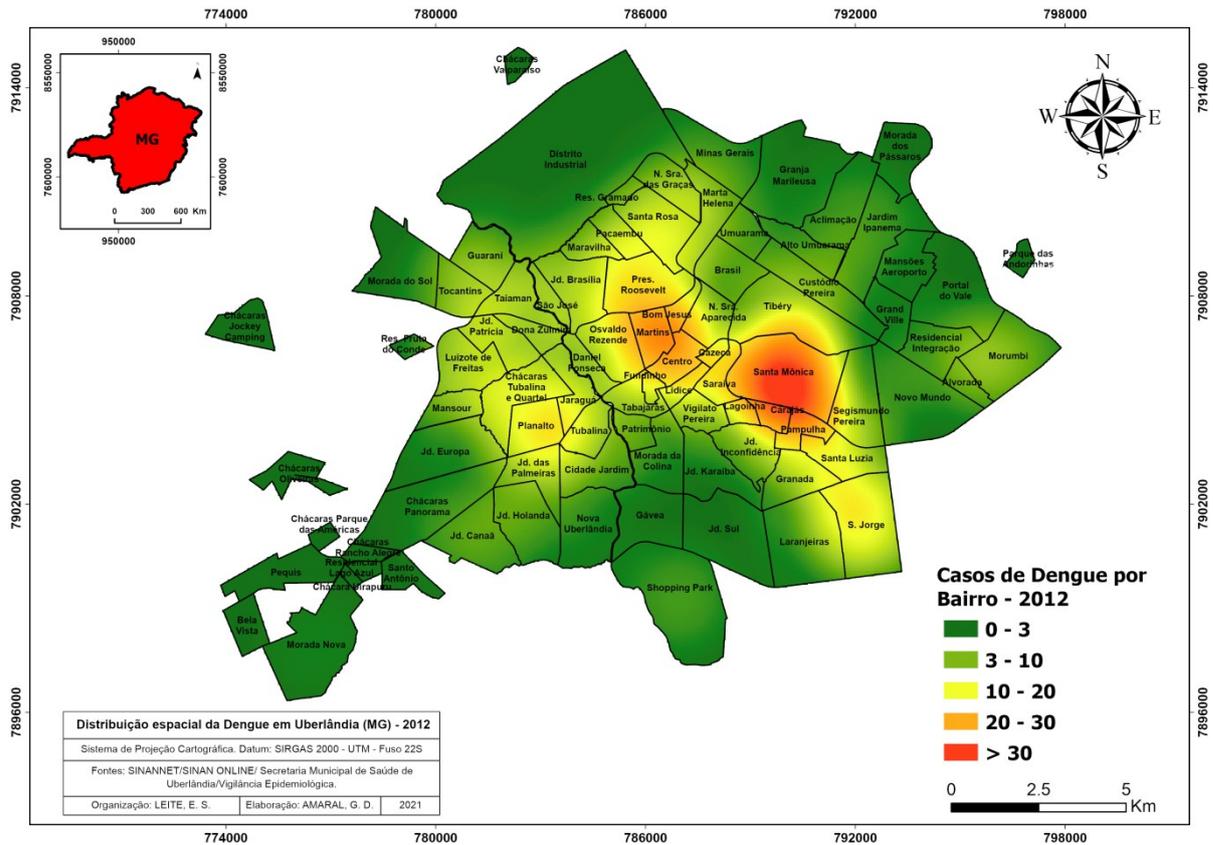
Mapa 4: Distribuição espacial da Dengue em Uberlândia (MG) – 2011.



Fonte: SECRETARIA MUNICIPAL DE SAÚDE DE UBERLÂNDIA (2020).
Organização: LEITE (2020).

No ano de 2012, o setor Leste foi o mais impactado pela dengue e apresentou o bairro com o maior número de casos do município, Santa Mônica (42 casos). Ainda no Setor Leste, vale destacar os bairros Morumbi (12 casos) e Tibery (11 casos). No setor Sul, novamente o bairro São Jorge foi o mais acometido pela doença (24 casos), seguido pelo Pampulha (16 casos). No setor Central, destacam-se os bairro Martins (21 casos) e Centro (15 casos). Nos setores Oeste e Norte sobressaem-se os bairros Planalto (18 casos) e Presidente Roosevelt (14 casos), respectivamente.

Mapa 5: Distribuição espacial da Dengue em Uberlândia (MG) – 2012.

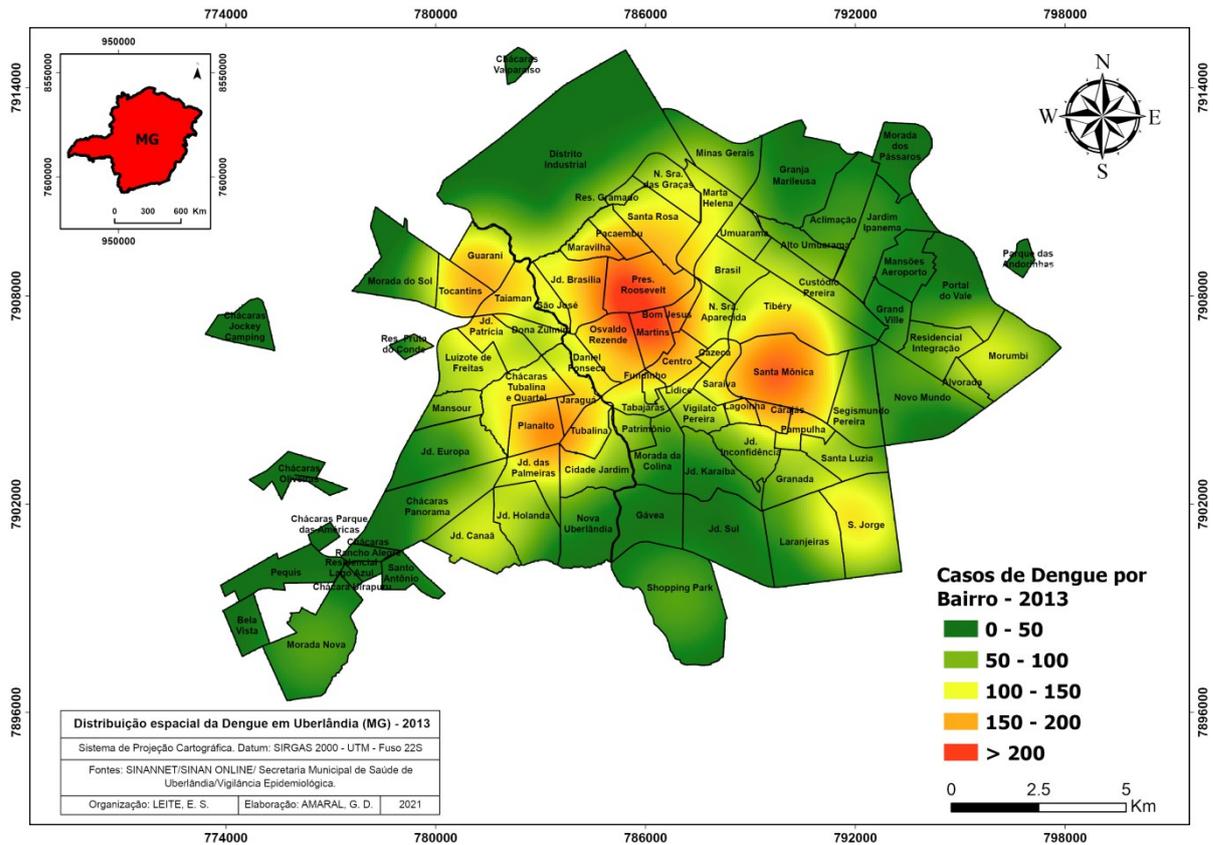


Fonte: SECRETARIA MUNICIPAL DE SAÚDE DE UBERLÂNDIA (2020).
 Organização: LEITE (2020).

Conforme a Figura 11, referente à distribuição da dengue em Uberlândia no ano de 2013, verificou-se que o maior número de casos da doença ocorreu nos bairros Santa Mônica (288 casos), Morumbi (169 casos) e Tibery (143 casos) no setor Leste; Presidente Roosevelt (231 casos) e Jardim Brasília (154 casos) no setor Norte; Planalto (212 casos), Jardim Canaã (187 casos), Guarani (171 casos) e Tocantins (170 casos) no setor Oeste; Martins (183 casos) e Brasil (114 casos) no Setor Central. Ficou evidente que o setor mais acometido pela dengue foi o setor Oeste com um total de seis bairros na faixa de 100 a 212 casos de dengue.

Mesmo que alguns setores de Uberlândia recorrentemente apresentem elevado número de notificações de dengue, percebe-se que a doença, a cada ano que passa, se distribui e atinge um maior número de bairros na cidade, com diferentes intensidades. Comparando os mapas de 2012 e 2013 é possível acompanhar esse aumento na distribuição espacial na incidência dos casos.

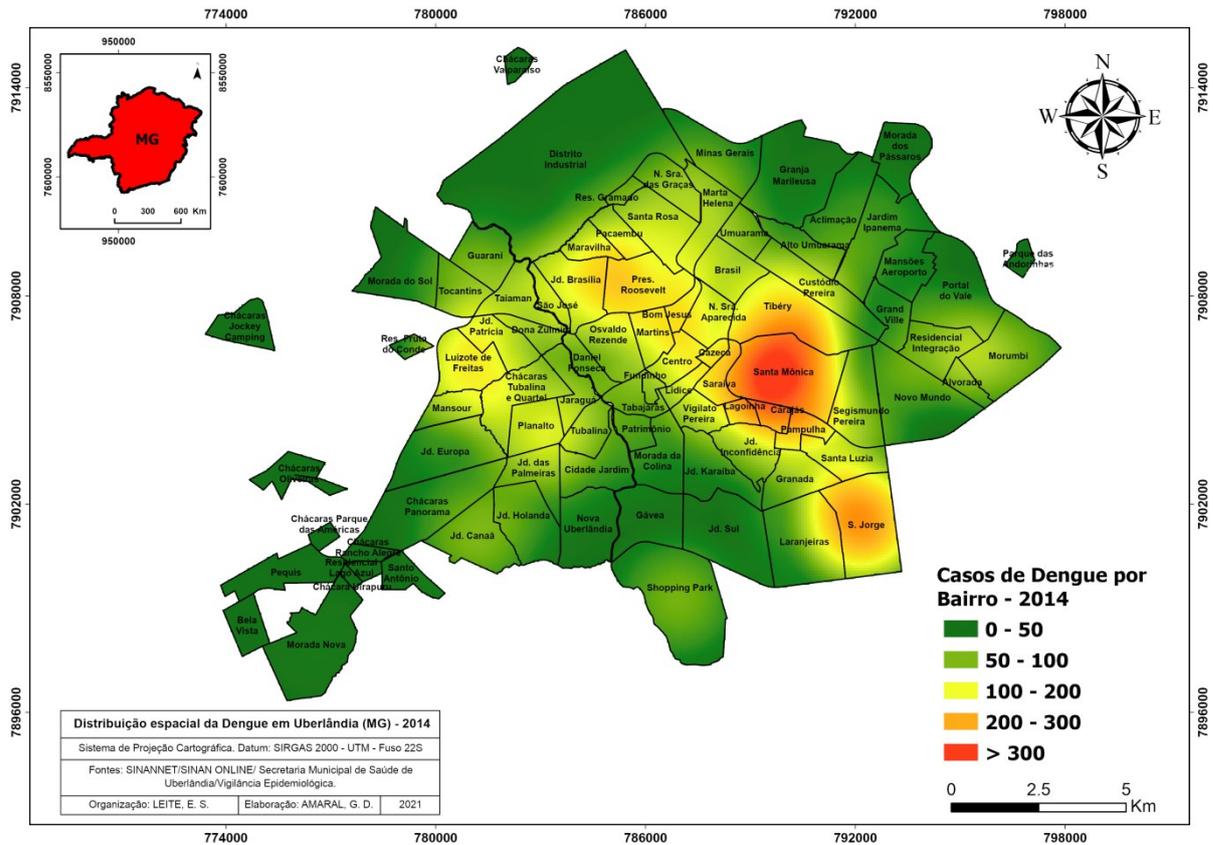
Mapa 6: Distribuição espacial da Dengue em Uberlândia (MG) – 2013.



Fonte: SECRETARIA MUNICIPAL DE SAÚDE DE UBERLÂNDIA (2020).
Organização: LEITE (2020).

Em 2014, novamente destacaram-se os bairros do setor Sul e Leste. O Bairro São Jorge notificou 323 casos, seguido pelo Lagoinha (108 casos), Shopping Park (105 casos) e Saraiva (104 casos). No Setor Leste, o Bairro Santa Mônica sobressai (293 casos), seguido pelo Tibéry (199 casos) e Morumbi (112 casos). Luizote de Freitas (190 casos), Planalto (140 casos) e Jardim Canaã (107 casos) no setor Oeste e Jardim Brasília (153 casos) e Presidente Roosevelt (137 casos) no Setor Norte também tiveram expressivo número de casos nesse ano, ficando na faixa de 100 a 200 casos (Figura 12).

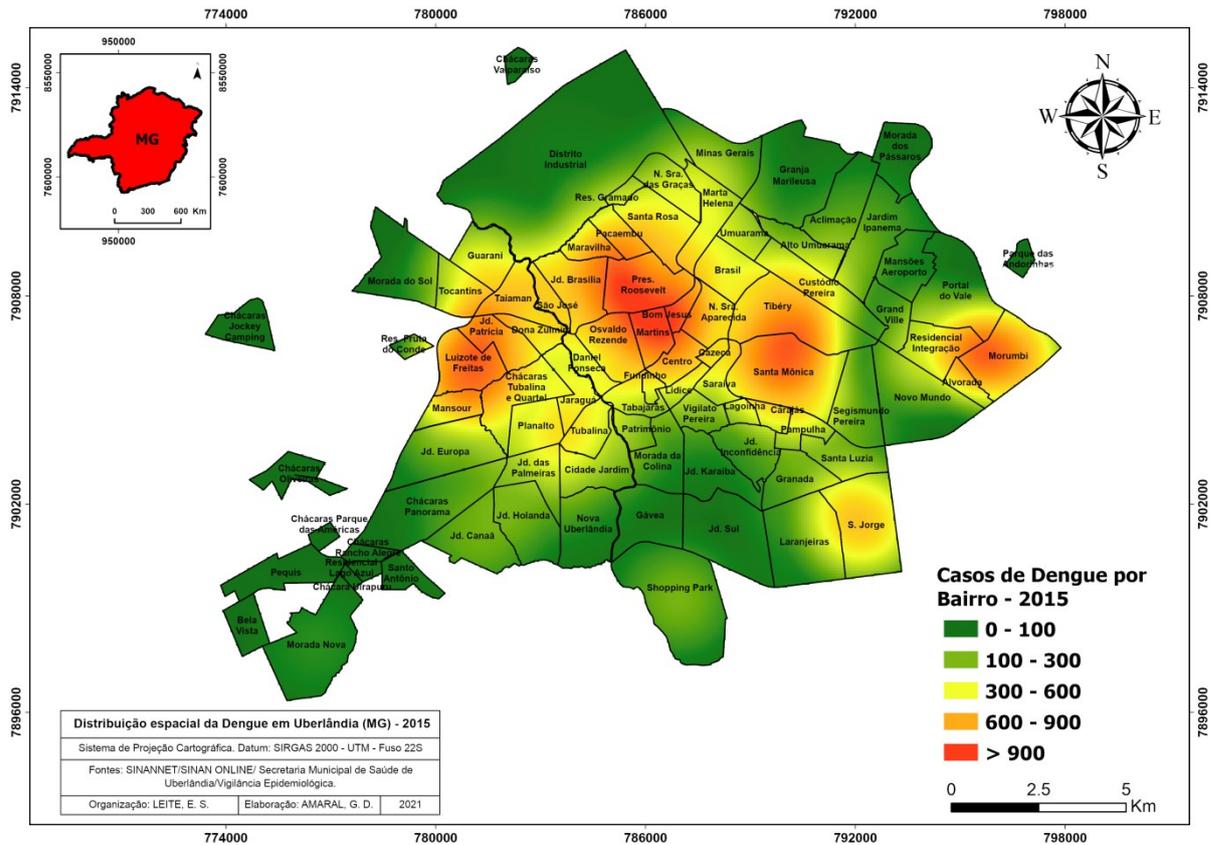
Mapa 7: Distribuição espacial da Dengue em Uberlândia (MG) – 2014.



Fonte: SECRETARIA MUNICIPAL DE SAÚDE DE UBERLÂNDIA (2020).
Organização: LEITE (2020).

No ano de 2015 (Figura 13), ano de relevante epidemia no município, o setor Leste apresentou grande número de notificações de dengue e quatro bairros na faixa de 300 a 950 casos. Sobressaíram-se os bairros Morumbi (946 casos), Santa Mônica (760 casos), Tibéry (556 casos) e Joana Darc (332 casos). No setor Oeste destacaram-se os bairros Luizote de Freitas (785 casos), Guarani (334 casos) e Mansour (320 casos). São Jorge (663 casos), e Shopping Park (286 casos) no setor sul, Presidente Roosevelt (550 casos) e Jardim Brasília (451 casos) no setor Norte, Martins (504 casos) e Brasil (328 casos) no setor Central apresentaram consideráveis números nas notificações de dengue.

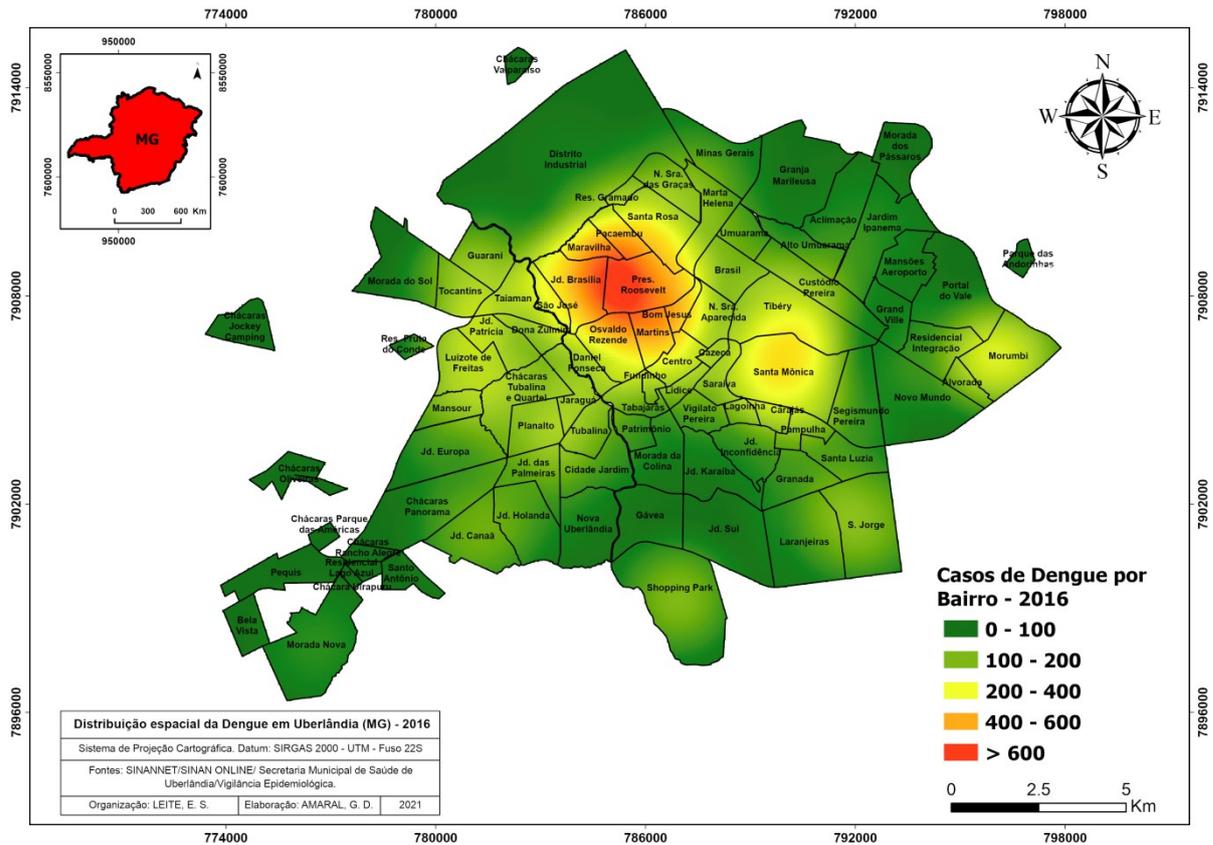
Mapa 8: Distribuição espacial da Dengue em Uberlândia (MG) – 2015.



Fonte: SECRETARIA MUNICIPAL DE SAÚDE DE UBERLÂNDIA (2020).
Organização: LEITE (2020).

Considerando a Figura 14, observa-se que mais uma vez os bairros do setor Norte tiveram destaque no número de notificações. Os bairros Presidente Roosevelt (635 casos) e Jardim Brasília (527 casos) foram os mais afetados pela doença no ano de 2016. Em seguida destacam-se os bairros Santa Mônica (471 casos), Morumbi (457 casos) e Tibery (302 casos) no setor Leste; Martins (314 casos) e Osvaldo Resende (199 casos) no setor Central; Shopping Park (294 casos) e São Jorge (251 casos) no Setor sul; Luizote de Freitas (286 casos), Jardim Canaã (230 casos) e Tocantins (225 casos) no setor Oeste.

Mapa 9: Distribuição espacial da Dengue em Uberlândia (MG) – 2016.



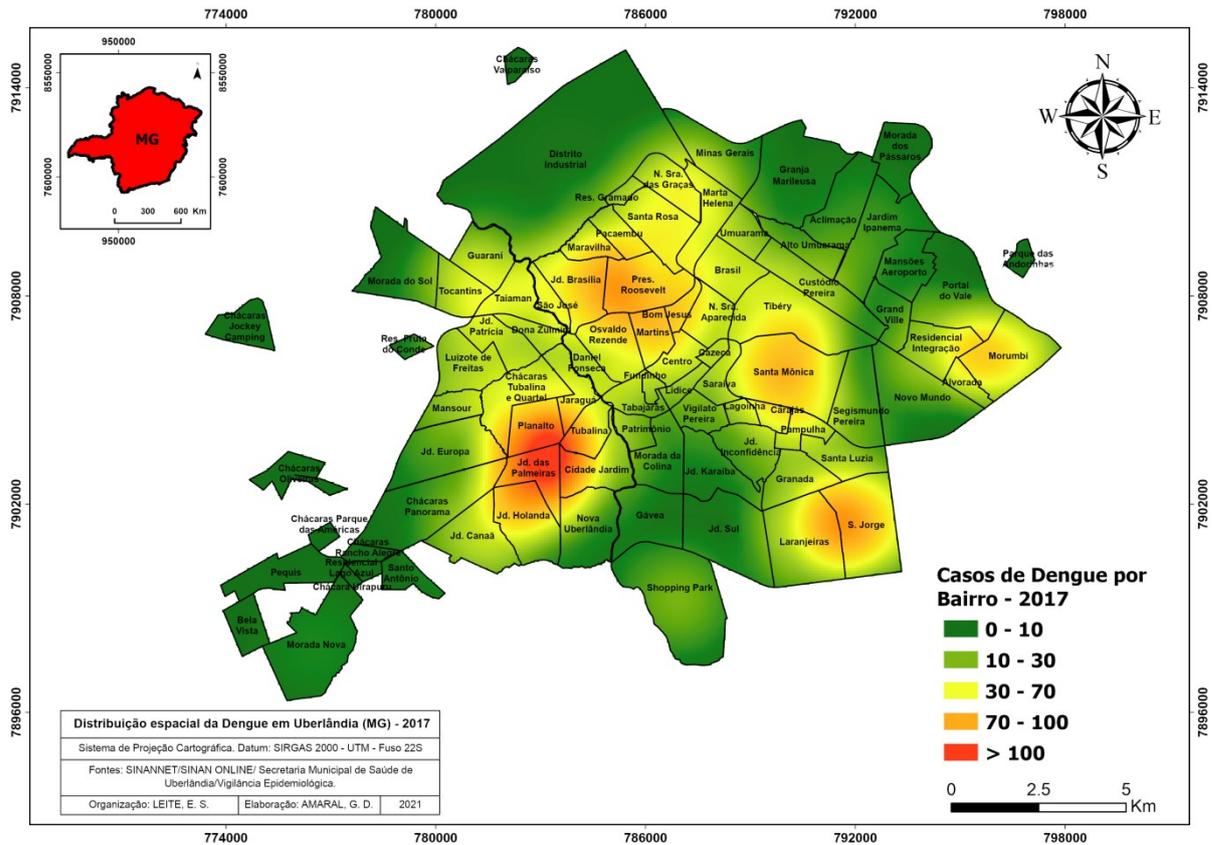
Fonte: SECRETARIA MUNICIPAL DE SAÚDE DE UBERLÂNDIA (2020).
Organização: LEITE (2020).

Nos anos de 2017 e 2018, ressalta-se uma considerável queda no número de casos em toda a cidade de Uberlândia. As ações mais efetivas, pontuais e elaboradas da vigilância epidemiológica da cidade, associadas a condições climáticas desfavoráveis à proliferação do vetor, explicam essa melhora no contexto da dengue na cidade para os referidos anos.

É fato que ações elaboradas para situações e contextos socioambientais urbanos singulares têm mais efeito no controle dos vetores e na proliferação da dengue. Ao identificar áreas mais vulneráveis, é possível atender diferencialmente as demandas de cada bairro.

No ano de 2017, os cinco bairros mais afetados foram Jardim das Palmeiras (104 casos) no setor Oeste; São Jorge (89 casos) no setor Sul; Santa Mônica (80 casos) e Morumbi (79 casos) no setor Leste e o bairro Jardim Brasília (60 casos) no setor Norte (Figura 15).

Mapa 10: Distribuição espacial da Dengue em Uberlândia (MG) – 2017.

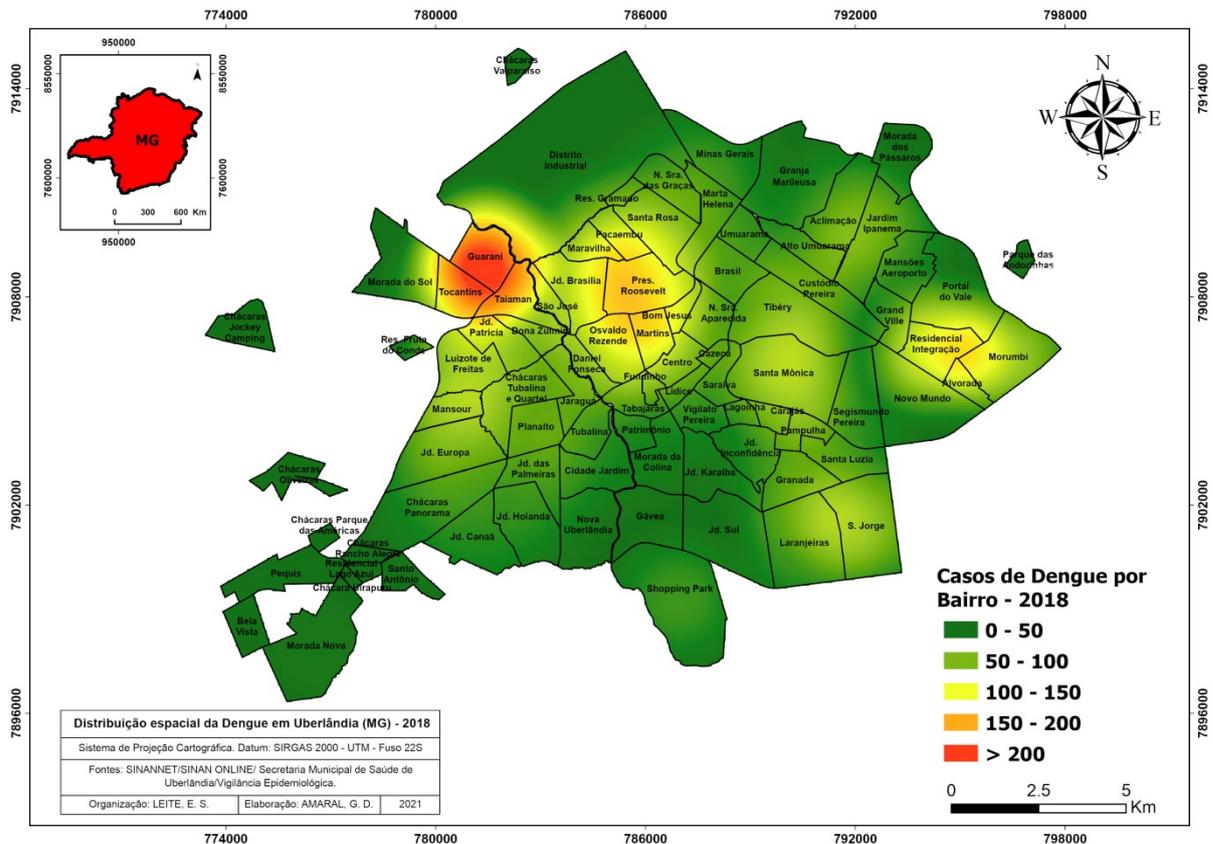


Fonte: SECRETARIA MUNICIPAL DE SAÚDE DE UBERLÂNDIA (2020).
Organização: LEITE (2020).

Vale ressaltar que, mesmo em um contexto de estabilidade nos casos totais deste ano, o Bairro Jardim das Palmeiras sofreu com uma epidemia mais localizada em 2017, tendo em vista que, em nenhum outro ano, ele figurou entre os mais afetados pela dengue na cidade. Essas nuances no comportamento da doença demonstram a complexidade que é compreender a sua dinâmica de proliferação.

Já no ano de 2018, destacam-se os bairros do setor Norte (Figura 16), a saber, Guarani (222 casos), Tocantins (88 casos) e Luizote de Freitas (55 casos). Salienta-se também o número de notificações nos bairros Residencial Integração (103 casos), Morumbi (90 casos) e Santa Mônica (82 casos), no setor leste; Presidente Roosevelt (102 caso) no setor Norte e os bairros São Jorge (77 casos) e Osvaldo Resente (62 casos) nos setores Sul e Central, respectivamente.

Mapa 11: Distribuição espacial da Dengue em Uberlândia (MG) – 2018.



Fonte: SECRETARIA MUNICIPAL DE SAÚDE DE UBERLÂNDIA (2020).
Organização: LEITE (2020).

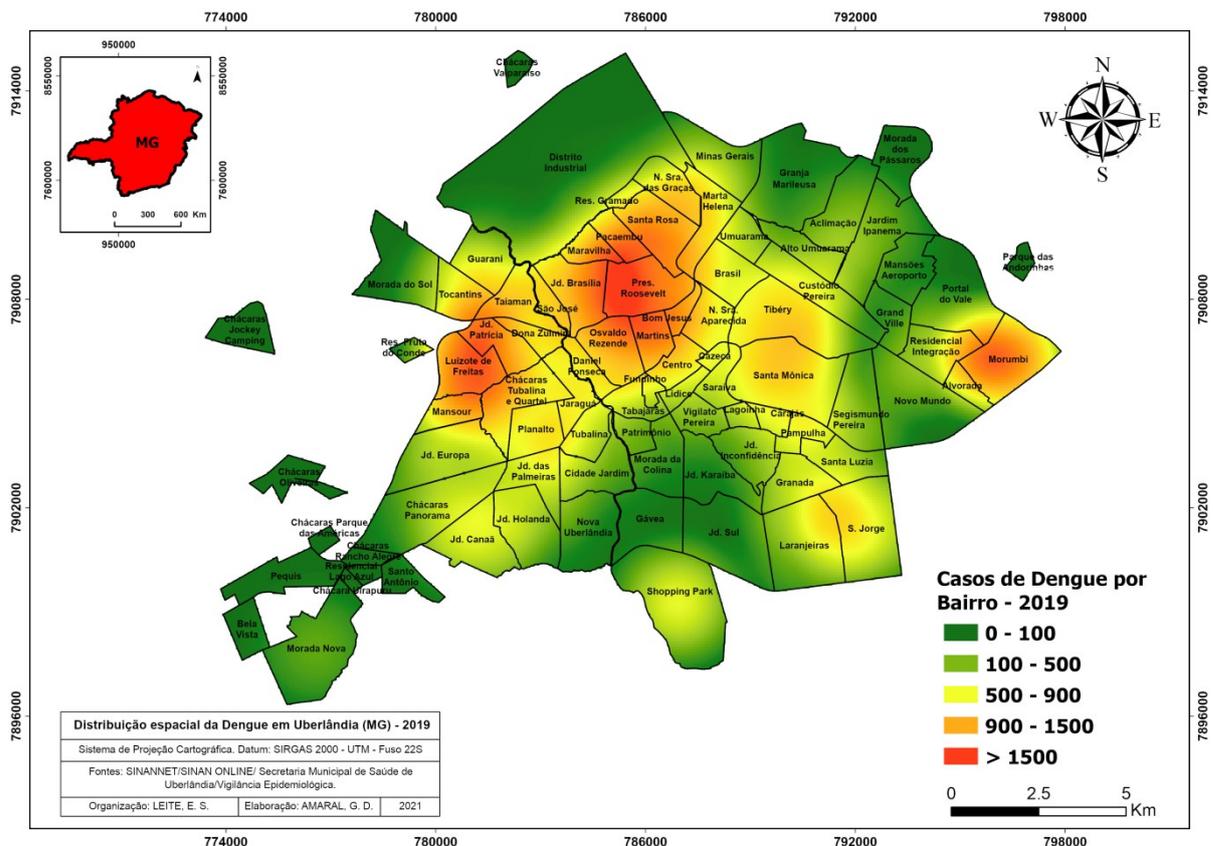
Em 2019 Uberlândia foi atingida por uma das piores epidemias de dengue da sua história, com todos os setores e bairros sofrendo demasiadamente com a doença, impacto que evidenciou as vulnerabilidades ambientais, sociais e gerenciais de toda a cidade. Mesmo que as condições socioambientais e climáticas favoreceram toda a dinâmica ecológica da doença, os números bateram recordes e fugiram da normalidade. (Figura 19)

Analisando esse episódio, fica claro como a dengue ainda é uma doença que merece toda a atenção por parte da população e da gestão municipal. É comum que, após alguns anos de estabilidade e baixo número de notificações, como foram os anos de 2017 e 2018, a sociedade como um todo desvie o foco da doença, gerando novas epidemias. Sendo assim, é necessário manter o seu controle a partir de uma visão totalitária e cotidiana, reconhecendo que a dengue é uma endemia que faz parte da vida da população todos os anos.

Em relação à distribuição dos casos para o ano de 2019 em Uberlândia, os setores Leste e Norte foram os que apresentaram o maior número de notificações, com 6 bairros na faixa de 660 a 1830 casos. Sobressaíram-se, no setor Leste, os bairros Morumbi (1826 casos), Santa Mônica (856 casos), Tibery (847 casos) e Residencial Integração (666 casos) e os Bairros Roosevelt (1003 casos) e Jardim Brasília (872 casos), setor Norte.

Na sequência, destacam-se, no setor Oeste, os bairros Luizote de Freitas (1362 casos), Jardim Canaã (785 casos) e Tocantins (763 casos). Já no setor Sul, vale ressaltar os bairros Shopping Park (1035 casos) e São Jorge (988 casos). O setor Central foi o menos atingido pela doença, embora os bairros Osvaldo Resende (642 casos), Martins (618) e Brasil (565 casos) tenham apresentado um número significativo de notificações.

Mapa 12: Distribuição espacial da Dengue em Uberlândia (MG) – 2019.



Fonte: SECRETARIA MUNICIPAL DE SAÚDE DE UBERLÂNDIA (2020).
Organização: LEITE (2020).

Mesmo que se perceba uma evolução da dengue em toda a cidade de Uberlândia, os índices de incidências em alguns bairros - tais como Presidente Roosevelt, Morumbi, Santa Mônica, Luizote de Freitas, São Jorge, Jardim Brasília, Tibery, Shopping Park, Martins, Brasil e Tocantins - foram repetidamente os mais elevados e desafiou em alguns anos até a barreira da sazonalidade da doença, realidade que demonstra a magnitude do problema nessas áreas.

Diante dessa análise, não é de se surpreender que tais bairros são os que possuem as maiores densidades demográficas da cidade, importante variável na distribuição dos casos de dengue. Em geral, um maior número de indivíduos por km² em um município favorece o contato com o vetor por mais tempo, ao encontrar grupos maiores de pessoas suscetíveis.

Vale ressaltar que a maior concentração de pessoas é fruto do rápido crescimento demográfico, processo associado à intensa e desordenada urbanização, o que favorece o aumento de produção de resíduos não orgânicos, criando condições favoráveis à proliferação do mosquito transmissor da dengue. Essa correlação também foi encontrada nos estudos de De Simone et al. (2004), Scandar (2007), Machiner et al. (2009) e Carneiro e Candeias (2010).

Ademais, é comum observar nesses bairros de maior incidência uma série de hábitos inadequados da população, como: queima e armazenamento inadequado de resíduos nas ruas, retiradas da cobertura vegetal, acúmulo de resíduos em quintais e em terrenos baldios, entre outros manejos inadequados.

Desse modo, a concentração de casos em determinados bairros sugere uma necessidade de reestruturação dos equipamentos públicos causadores de impactos negativos na dinâmica da dengue. Alguns bairros são muito antigos e possuem infraestruturas inapropriadas em face da atual realidade social e econômica da cidade. Outros possuem uma maior quantidade de lotes vagos que favorecem a proliferação do vetor, estão mais próximos do cinturão verde da cidade, são mais vulneráveis socialmente ou possuem menor atenção da

vigilância epidemiológica. Todos esses e muitos outros fatores oferecem condições ambientais e sociais favoráveis à cadeia epidemiológica da cidade.

Portanto, em síntese à análise da evolução dos casos de dengue na cidade de 2011 a 2019, em Uberlândia existem cinco aglomerados principais que concentram a proliferação da dengue: os bairros Morumbi e Santa Mônica (setor Leste), Luizote de Freitas (setor Oeste), Presidente Roosevelt e Jardim Brasília (setor Norte) e São Jorge (setor Sul). Em todas essas áreas, são necessárias intervenções capazes de mitigar a disseminação do mosquito e de seus focos.

Considerando que alguns desses bairros se distribuem em áreas aproximadas, eles também contribuiriam para minimizar a doença no seu entorno, já que a fiscalização em um bairro e o descuido em outro vizinho não auxilia totalmente no combate à doença.

De qualquer modo, a resolução dessa problemática de maneira imediata se demonstra muito complexa e desafiadora, no entanto medidas não apenas mais objetivas e pontuais como também mais sistemáticas e integradas, se implementadas na gestão da dengue em Uberlândia, seguramente minimizariam os impactos e tornariam a população cada vez mais resiliente à doença.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Algumas considerações ainda merecem ser apresentadas na reta final dessa pesquisa, visando uma avaliação em relação aos métodos e procedimento operacionais, às dificuldades encontradas e perspectivas de elaboração de futuras pesquisas dentro do viés da gestão da saúde frente às epidemias de dengue em Uberlândia.

O presente trabalho teve como objetivo analisar a correlação entre as principais variáveis climáticas com a incidência da dengue em Uberlândia. Assim, o uso dos Modelos Lineares Generalizados com função logarítmica de Poisson e Binomial serviram para embasar

a discussão sobre clima e dengue, onde se constatou que há existência de correlação entre as variáveis, temperatura máxima e umidade relativa do ar para a estimação dos casos de dengue em Uberlândia para o período de 2010 a 2019.

Anos com índices mais elevados de umidade relativa podem ser mais suscetíveis às epidemias de dengue, enquanto anos com médias de temperaturas máximas mais elevadas, podem ter queda no número de casos.

Em relação ao período de junho de 2021 a junho de 2022 ressalta-se que a significância estatística entre as variáveis climáticas e a ocorrência dos casos de dengue foi individualizada. No setor central, observou-se que apenas a covariável climática umidade relativa do ar defasada com 1 mês apresentou significância estatística. No setor leste, evidenciou-se que somente a covariável temperatura mínima defasada em 2 meses apresentou significância estatística. Para os dados de contagem de casos de dengue do setor oeste, destacou-se que a temperatura máxima defasada em 1 mês apresentou correlação estatística. No setor oeste, observou-se significância estatística nas variáveis temperatura máxima e média sem defasagens e temperatura mínima com defasagem em 1 mês.

Já para o setor sul, não foi observado significância estatística entre nenhuma variável climática e o número de casos de dengue, mesmo com defasagem de até 2 meses.

O trabalho ainda evidenciou que os bairros Morumbi, Santa Mônica, Luizote de Freitas, Presidente Roosevelt, São Jorge, Jardim Brasília, Tibery, Shopping Park, Martins e Tocantins foram os mais afetados. Bairros estes com condicionantes sociais/ambientais mais complexas.

As maiores dificuldades encontradas no desenvolvimento da pesquisa restringiram-se à precisão nas análises estatísticas que avaliaram a correlação entre as variáveis climáticas e a ocorrência de casos de dengue. Este fato se explica pela multicausalidade da dengue.

Em um ano epidêmico inúmeros fatores influenciam para o grande número de casos.

Toda a dinâmica política, econômica, social, cultural e ambiental da cidade influenciam no complexo sistema que envolve a dengue. Esta dificuldade caracteriza-se como uma oportunidade para elaboração de pesquisas futuras, tendo em vista, que outras variáveis podem ser incluídas nas análises estatísticas realizadas no presente estudo.

Portanto, a necessidade de estudos posteriores voltados ao entendimento do clima e de fatores sociais como impulsionadores da dengue é de fundamental importância para o desenvolvimento de políticas públicas capazes de minimizar e evitar grandes epidemias, a fim de garantir uma maior qualidade de vida da população nas cidades brasileiras.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, C. A. P. **Análise geospacial dos casos de dengue e sua relação com fatores socioambientais nos municípios de João Pessoa, Cabedelo e Bayeux**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Geografia/UFPB, João Pessoa – PB, 2016. 105 p

ARAÚJO V, et al. Aumento da carga de dengue no Brasil e unidades federadas, 2000 e 2015: análise do Global Burden of Disease Study 2017. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, 2017; 20(1):205-216.

<https://doi.org/10.1590/1980-5497201700050017>

BARRERA, R.; AMADOR, M.; MACKAY, A. J. 2011. Population dynamics of *Aedes aegypti* and dengue as influenced by weather and human behavior in San Juan, Puerto Rico. **PLOS Negl Trop Dis** 5:e1378;

<https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0001378>

BARRETO M. L.; TEIXEIRA, M. G. Dengue no Brasil: situação epidemiológica e contribuições para uma agenda de pesquisa. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 22, n. 64, p. 53 – 72, 2008.

<https://doi.org/10.1590/S0103-40142008000300005>

BARROS, M. **Clima e Endemias Tropicais**. Estudos Avançados. 2006; 20(58):297–306.

<https://doi.org/10.1590/S0103-40142006000300025>

BHATT, S., GETHING, P., BRADY, O. ET AL. The global distribution and burden of dengue. **Nature** 496, 504–507 (2013).

<https://doi.org/10.1038/nature12060>

BRASIL. **Diretrizes Nacionais a Prevenção e Controle de Epidemias de Dengue**. Brasília: Ministério da Saúde, 2009.

_____. Ministério da Saúde. **Guia de Vigilância Epidemiológica**. Brasília: Ministério da Saúde, 2014a.

_____. **Ministério da Saúde. Casos de Dengue. Brasil, Grandes Regiões e Unidades Federadas, 1990 a 2014c.** Disponível em: <<http://portalsaude.saude.gov.br/images/pdf/2015/julho/29/Dengue-at---2014.pdf>>. Acesso em: 01 set. 2020.

_____. **Sistema de Informação dos Agravos de Notificação (SINAN dengue). Notificações registradas no banco de dados da SRS Uberlândia.** Acesso em: 15 mar. 2021.

_____. **Ministério da Saude. DATASUS. Portal da Saúde.** Disponível: <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/deftohtm.exe?ibge/cnv/poptmg.def>. Acesso em: 26 nov. 2021.

_____. **Secretaria Municipal de Saúde.** Disponível em <<https://www.uberlandia.mg.gov.br/prefeitura/secretarias/saude/>>. Acesso em: Ago/2021.

_____. **Prefeitura Municipal de Uberlândia.** Disponível em <<https://www.uberlandia.mg.gov.br>>. Acesso em: Ago/2021

BHATT, S.; GETHING, P. W.; BRADY, O. J.; MESSINA, J. P.; FARLOW, A. W. 2013. The global distribution and burden of dengue. **Nature**, 496(7446):504–7. <https://doi.org/10.1038/nature12060>

CALADO, D. C.; NAVARRO-SILVA, M. A. Exigências térmicas de Aedes (Stegomyia) albopictus Skuse, 1894 (Diptera, Culicidae) em condições de laboratório. **Rev. Bras. Entomol.**, v. 46, n. 1, p. 547-551, 2002b. <https://doi.org/10.1590/S0085-56262002000400009>

CAMPBELL, K. M.; LIN, C. D.; IAMSIRITHAWORN, S.; SCOTT, T. W. The complex relationship between weather and dengue virus transmission in Thailand Am. **J. Trop. Med Hyg.**, 89 (6) (2013), pp. 1066-1080. <https://doi.org/10.4269/ajtmh.13-0321>

CANÇADO J. E.; SALDIVA, P. H.; PEREIRA, L. A.; LARA, L. B.; ARTAXO, P.; MARTINELLI, L. A.; et al. The impact of sugar cane-burning emissions on the respiratory system of children and the elderly. **Environ Health Perspect.** 2006;114 (5):725-9. <https://doi.org/10.1289/ehp.8485>

CARNEIRO, L. I. S.; CANDEIAS, A. L. B. Análise de dados sócio-econômicos e ambientais na cidade do Recife e a dengue no período: 2000 – 2006. In: **III Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação**. Anais... Recife-PE, p. 01-09, 2010.

CARRIJO, B. R.; BACCARO, C. A. D. Análise sobre a erosão hídrica na área urbana de Uberlândia (MG). **Caminhos de geografia**, v. 2, n. 2, 2000. <https://doi.org/10.14393/RCG2215254>

CARVALHO, A. P. T.. **Perfil epidemiológico da dengue e seus determinantes no município de Uberlândia nos anos de 2011 a 2015 - 2017**. 118 f. Dissertação (Mestrado em Saúde Ambiental e Saúde do Trabalhador) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2017.
<https://doi.org/10.14393/ufu.di.2017.473>

CHAN, M.; JOHANSSON, M. A. 2012. The incubation periods of dengue viruses. **PLOS ONE** 7(11):e50972.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0050972>

CONFALONIERI, U. E. C.; MARINHO, D. P. (2007). Mudança climática global e saúde: perspectivas para o Brasil. **Revista Multiciência**, 8, 48-64.

CONSOLI, R. A. G. B.; OLIVEIRA, R. L. **Principais mosquitos de importância sanitária no Brasil**. Editora FIOCRUZ, Rio de Janeiro, 1994, Brasil, 228 pp.
<https://doi.org/10.7476/9788575412909>

COSTA R. A. As ondas de frio e sua influência na saúde pública do Pontal do Triângulo Mineiro, Minas Gerais, Brasil. *Revista Brasileira de Climatologia*, 2018; 1.
<https://doi.org/10.5380/abclima.v1i0.61025>

DE MENDONÇA, F.; M. R.; COELHO, A. S. Identificação dos Danos Ambientais Causados Pelos Três Principais Cemitérios de Aracaju, SE. **Caderno de Graduação-Ciências Biológicas e da Saúde-UNIT**, v. 1, n. 3, p. 147-156, 2013.

DEL GROSSI, S. R. **De Uberabinha a Uberlândia: os caminhos da natureza. Contribuição ao Estudo da Geomorfologia Urbana**. 1991. Tese (Doutorado em Geografia) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1991.

DE SIMONE, T. S.; NOGUEIRA, R. M. R.; ARAÚJO, E. S. M. Dengue virus surveillance: the co-circulation of DENV-1, DENV-2 and DENV-3 in the state of Rio de Janeiro, Brazil. In.: **Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene**, v. 98, p. 553 – 562, 2004.
<https://doi.org/10.1016/j.trstmh.2003.09.003>

DIAS, L. B. A. et al. Dengue: transmissão, aspectos clínicos, diagnóstico e tratamento. **Medicina**, São Paulo, v. 43, n. 2, p. 143 - 152, 2010.
<https://doi.org/10.11606/issn.2176-7262.v43i2p143-152>

EBI, K. L.; NEALON, J. Dengue in a changing climate. **Environ Res**. 2016;151:115–123.
<https://doi.org/10.1016/j.envres.2016.07.026>

ESTALLO, E. L.; LUDUENA-ALMEIDA, F. F.; INTROINI, M. V.; ALMIRON, W. R. Weather variability associated with aedes (stegomyia) aegypti (dengue vector) oviposition dynamics in northwestern argentina. **Plos One**, 10 (5) (2015), p. e0127820.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0127820>

FERREIRA, M. E. M. C. Doenças tropicais: o clima e a saúde coletiva. Alterações climáticas e a ocorrência de malária na área de influência do reservatório de Itaipu, PR in. **Terra Livre**, São Paulo Ano 19- vol. I n. 20 , 2003.

FERREIRA, L. R. **História da dengue: as representações no processo de combate da doença em Uberlândia-MG (1986-1993)**. Monografia (Graduação em História) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2017.

GOMES, A. F.; NOBRE A. A.; CRUZ O. G. Temporal analysis of the relationship between dengue and meteorological variables in the city of Rio de Janeiro, Brazil, 2001- 2009. **Cad Saúde Pública**. 2012;28(11):2189–2197.

<https://doi.org/10.1590/S0102-311X2012001100018>

HAINES, A. Implicações para a saúde. In: LEGGET, J. (Ed.). **Aquecimento global – o relatório do Greenpeace**. Rio de Janeiro: Editora da Fundação Getúlio Vargas, 1992. p. 135-148.

HOLCMAN, M. M.; BARBOSA, G. L.; ANDRADE, V. R.; DOMINGOS, M. F.; GOMES, A. H. A.; SILVA, M.; WANDERLEY, D. M. V. Infestação por *Aedes aegypti* em imóveis fechados nas visitas para vigilância e controle vetorial de dengue em municípios do Estado de São Paulo. **Boletim Epidemiológico Paulista**, 9(104): 14-23, 2012.

HONÓRIO, N. A.; CODEÇO, C. T.; ALVES, F. C.; MAGALHÃES, M. A.; LOURENÇO-DE-OLIVEIRA R. Temporal distribution of *Aedes aegypti* in different districts of Rio de Janeiro, Brazil, measured by two types of traps. **J Med Entomol** 2009; 46(5): 1001-14.

<https://doi.org/10.1603/033.046.0505>

IBGE. Cidades@. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=317020&search=minasgerais|uberlândia|infograficos:-informacoes-completasem>>. Acesso em: 10 nov. 2020.

INMET. **Instituto Nacional de Meteorologia**. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/>>, acesso em: 20 mai. 2020.

IPCC. Intergovernmental Panel on Climate Change. **Climate Change 2007: Synthesis Reprt**, 2007. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ar4_syr_full_report.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2020.

KIKUTI, M., **Distribuição Espacial e Determinantes Ecológicos para Dengue em uma Comunidade Urbana de Salvador**, Bahia, 2014.

LACAZ, C. S.; BASRUZZI, R. G.; SIQUEIRA, W. **Introdução à Geografia Médica do Brasil**. São Paulo: Edgard Blucher/ Edusp, 1972. p. 568.

LECHA, L. B. E. 2009. **Bioclimatologia Humana** – texto não publicado.

LINDOSO, J.A.L.; LINDOSO, A.A.B.P. Neglected tropical diseases in Brasil. **Rev. Inst. Med. Trop.** São Paulo. v.51, n.5, p.247-253, 2009.

<https://doi.org/10.1590/S0036-46652009000500003>

MACHINER, F.; RODRIGUES, D. J.; ANDRADE, E. A. Distribuição de dengue no norte de Mato Grosso, Brasil, 2001-2005. **Cadernos de Saúde Coletiva**, v. 17, n. 3, p. 627-640, 2009.

MARENCO, J.; SOARES, W. (2003). Impacto das Mudanças Climáticas no Brasil e Possíveis Futuros Cenários Climáticos: Síntese do Terceiro Relatório do IPCC 2001. **Associação Brasileira de Recursos Hídricos**, 209-233.

MAZZETO, F. A. (2008). **Pioneiros da geografia da saúde: Séculos xviii, xix e xx (BARCELLOS & C., Eds.)**. Org.; Rio de Janeiro.

MELAZO, G. C. **Mapeamento da cobertura arbóreo-arbustiva em quatro bairros da cidade de Uberlândia-MG. 2008.** 136 f. Dissertação (Mestrado em Engenharias) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2008.

MENDES, P. C. **Gênese e estrutura espacial das chuvas na cidade de Uberlândia – MG.** 2001. 258 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2001.

MENDONÇA, F. **Aquecimento global e saúde: uma perspectiva geográfica – notas introdutórias.** Terra Livre. v. 1, n. 20, p. 205-211, 2003.

MENDONÇA, F. A.; SOUZA, A. V.; DUTRA, D. A. Saúde pública, urbanização e dengue no Brasil. **Sociedade e Natureza**, v.21, n.3, p.257-269, 2009.
<https://doi.org/10.1590/S1982-45132009000300003>

MONATH, T. P. “Dengue: The risk to developed and developing countries.” **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v.91, p.2395-2400, 1994.
<https://doi.org/10.1073/pnas.91.7.2395>

MONTEIRO, C. A. F. **Teoria e clima urbano.** São Paulo: Instituto de Geografia da Universidade de São Paulo, 1975. (Série Teses e Monografias, n.25).

MONTEIRO, E. S. C et al. Aspectos epidemiológicos e vetoriais da dengue na cidade de Teresina, Piauí - Brasil, 2002 a 2006. **Epidemiol. Serv. Saúde**, Brasília , v. 18, n. 4, p. 365-374, dez. 2009. Disponível em <http://scielo.iec.gov.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S16799742009000400006&lng=pt&nrm=iso>. acessos em 20 jan. 2022.
<https://doi.org/10.5123/S1679-49742009000400006>

MORAIS, G. M. D. **Diagnóstico da Deposição Clandestina de Resíduos de Construção e Demolição em Bairros Periféricos de Uberlândia: subsídios para uma gestão sustentável.** Uberlândia, 2006. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) –Escola de Engenharia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2006.

MORIN, C.; COMRIE, A.; ERNST, K. Climate and dengue transmission: evidence and implications. **Environmental Health Perspectives** 2013;121(11–12):1264–72. pmid:24058050
<https://doi.org/10.1289/ehp.1306556>

MURARA, P. G.; MENDONÇA, M.; BONETTI, C. O clima e as doenças circulatórias e respiratórias em Florianópolis/SC. **Hygeia**. 2013; 9(16):86-102.

<https://doi.org/10.14393/Hygeia921642>

NATAL, D. Bioecologia do *Aedes aegypti*. *Biológico*. Ref Type: **Journal**, v. 64, n. 2, p. 205-207.2002.

NATAL, D.; GONÇALVES, E. F. B.; TAVEIRA, L. A. Proliferação de mosquitos (Diptera, Culicidae) em cemitérios e perspectivas de controle. **Informe Epidemiológico do Sus**, v. 6, n. 2, p. 103-110, 1997.

<https://doi.org/10.5123/S0104-16731997000200010>

NELDER, J. A.; WEDDERBURN, R. W. M. **Generalized Linear Models**. *Journal of the Royal Statistical Society*, v. 135, n. 3, p. 370-384, 1972.

<https://doi.org/10.2307/2344614>

OLIVEIRA, M. A. C. de A.; COELHO, F. A.; FREITAS, R. de B.; TAVARES, A. P.; SILVA, Í. N. de P. N.; PINTO, S. da S.; SEGHE TO, W.; FERNANDES, E. T.; SILVA, G. T. G. da; ANDRADE, F. M. Perfil das notificações de dengue e sazonalidade no município de UBÁ-MG, 2015 a 2016. **Revista Científica FAGOC-Saúde**, v. 2, n. 2, p. 9-14, 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** 2018; 27(1):e201704414.

<https://doi.org/10.5123/S1679-49742018000100014>

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE - OMS. Dengue. Disponível em: <http://www.paho.org/hq/index.php?option=com_topics&view=article&id=1&Itemid=40734>. Acesso em: 1 fev. 2020.

PEDROSO, L. Batista. **Ocorrência e distribuição espacial da dengue no Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba: uma análise dos determinantes climáticos, socioeconômicos e das ações municipais de controle da endemia**. 2014. 229 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Humanas) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2014.

<https://doi.org/10.14393/ufu.di.2014.39>

PETRUCCI, E. **Características do clima de Uberlândia – MG: análise da temperatura, precipitação e umidade relativa**. 245 f. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Geografia. Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia-MG, 2018.

RAMIRES, J. C. L.; SANTOS, M. A. Exclusão social em Uberlândia: algumas reflexões a partir do bairro Dom Almir e seu entorno. **Caminhos da Geografia**, v. 2, n. 4, 2001.

<https://doi.org/10.14393/RCG2415284>

REED, W., CARROLL, J.; AGRAMONTE A. Experimental yellow fever, 1901. **Mil Med** 2001; 166(9 Suppl):55-60.

https://doi.org/10.1093/milmed/166.suppl_1.55

REY, L. **Bases da parasitologia médica**. Rio de Janeiro. Guanabara Koogan, 1992. 856p.

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

<https://doi.org/10.1590/S0034-89102006000500017>

REBÊLO, J. M. M. Frequência horária e sazonalidade de *Lutzomya longipalpis* (Diptera: Psychodidae: Phlebotominae) na ilha de São Luís, Maranhão, Brasil. **Caderno de Saúde Pública**. Rio de Janeiro, v.17, n.1, jan-fev, 2001.

<https://doi.org/10.1590/S0102-311X2001000100023>

RODRIGRES, A. S.; COSTA, E.; MARTINS, I.; LIMA, S. C. Epidemiologia da dengue, zika e chikungunya, entre 2014 a 2016, em Uberlândia (MG). **Hygeia: Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde**, v. 14, n. 30, 2018.

RUEDA, L.M.; PATEL, K. J.; AXTELL, R. C.; STINNER, R. E. 1990. Temperature-dependent development and survival rates of *Culex quinquefasciatus* and *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). **J. Med. Entomol.** 27, 892–898.

<https://doi.org/10.1093/jmedent/27.5.892>

SARTORI, M. da G. B. **Clima e percepção geográfica: fundamentos teóricos à percepção climática e à Bioclimatologia Humana**. Santa Maria: Gráfica Editora Palloti, 2014.

SANTOS, A. dos. **Geographical and epidemiological of dengue disease in the city of Uberlândia (2003-2010): an holistic approach**. 2012. 172 f. Tese (Doutorado em Ciências Humanas) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2012.

SCANDAR, S. A. S.; VIEIRA P, CARDOSO JÚNIOR, R. P.; SILVA, R. A.; PAPA, M.; SALLUM, M. A. M. Dengue em São José do Rio Preto, Estado de São Paulo, Brasil, 2005: fatores entomológicos, ambientais e socioeconômicos. **Bol epidemiol paulista**. 2010; 7(81):4-16.

SCANDAR, S. A. S. **Análise da distribuição dos casos de dengue e a relação com fatores entomológicos, ambientais e socioeconômicos no município de São José do Rio Preto – SP-Brasil**. 2007. 138f. Tese (Doutorado em Saúde Pública) -Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo. 2007.

SEIDL, E. M. F.; ZANNON, C. M. L. da C. Qualidade de vida e saúde: aspectos conceituais e metodológicos. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 20, n. 2, p. 580-588, mar./abr. 2004.

<https://doi.org/10.1590/S0102-311X2004000200027>

SILVA, F. D. S.; COELHO, M. S.; LUCIO, O. S.; REBELLO, E.; RAMALHO, W. M. Caracterização Espacial da Incidência Sazonal da Dengue no Brasil. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA**, 14. Florianópolis. Anais... Florianópolis: Congresso Brasileiro de Meteorologia, 2006.

SILVA, L. B. et al. Comunicação sazonal sobre a dengue em grupos socioeducativos na atenção primária à saúde. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 45, n. 6, p. 1160 - 1167, 2011.

<https://doi.org/10.1590/S0034-89102011005000077>

SIQUEIRA, I. S.; QUEIROZ, J. C. B.; AMIM, M. M.; CAMARA, R. K. C. A Relação da Incidência de Casos de Dengue com a Precipitação na Área Urbana de Belém-PA, 2007 a 2011, Através de Modelos Multivariados de Séries Temporais. **Rev. bras. meteorol.** 2018, vol.33, n.2 , pp.380-389.

<https://doi.org/10.1590/0102-7786332010>

SOUZA, C. G.; SANT'ANNA NETO, J. L. Geografia da Saúde e Climatologia Médica: ensaios sobre a relação clima e vulnerabilidade. **In: Hygeia, Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde**, (6) p. 116-126, jun., 2008. Disponível em: www.hygeia.ig.ufu.br/. Acesso em: jan. 2020.

<https://doi.org/10.14393/Hygeia416891>

SCHATZMAYR, H. G.; ; NOGUEIRA, R. M. R.; E TRAVASSOS DA ROSA, A. P. A. Na outbreak of dengue vírus at. Rio de Janeiro – 1986. **Memorias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 81, n. 2, p. 245-46, 1986.

<https://doi.org/10.1590/S0074-02761986000200019>

TAVARES, L. M. S de A.; TAVARES, E. D. Incidência, distribuição geográfica e aspectos ambientais das áreas endêmicas da leishmaniose visceral em Sergipe. **Informe Epidemiológico do SUS**. v. 8, n. 1, jan-mar, 1999.

<https://doi.org/10.5123/S0104-16731999000100006>

TAVOLUCCI, L. M.; FONSECA, M. L. P. Avaliação das condições de vida no setor sudeste de Uberlândia-MG. **Horizonte Científico**, v. 1, n. 1, 2007.

TEIXEIRA M. G.; COSTA M. C.; BARRETO F.; BARRETO M. L. Dengue: twenty-five years since reemergence in Brazil. **Caderno Saúde Pública**. 2009; 25 Suppl 1:S7-18. Review.

<https://doi.org/10.1590/S0102-311X2009001300002>

TEIXEIRA, G. T., BARRETO, M. L. Porque Devemos, de Novo, Erradicar o *Aedes Aegypti*. **Ciência e Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 1, n. 1, p. 122- 136, 1996.

<https://doi.org/10.1590/1413-812319961101582014>

TEIXEIRA, M. G.; BARRETO, M. L.; GUERRA, Z. Epidemiologia e medidas de prevenção da dengue. **Informe Epidemiológico do SUS**. DF, v. 8, n. 4, p. 5-33, 2002.

TUN-LIN, W.; BURKOT, T. R.; KAY, B. H. **Effects of temperature and larval diet on development rates and survival of the dengue vector *Aedes aegypti* in north queensland, Australia** *Med Vet. Entomol.*, 14 (1) (2000), pp. 31-37.

<https://doi.org/10.1046/j.1365-2915.2000.00207.x>

WATTS, D. M.; BURKE DS, HARRISON B. A.; WHITMIRE, R. E.; NISALAK A. Effect of temperature on the vector efficiency of *Aedes aegypti* for dengue 2 virus. **Am J Trop Med Hyg** 1987; 36:143-52.

<https://doi.org/10.4269/ajtmh.1987.36.143>

WHO. WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Global strategy for dengue prevention and control, 2012–2020** 6, WHO, Geneva (2012), p. 43

ANEXOS

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média anual
2010	24.2	25.1	24.3	23.1	21.6	20.1	21.5	22.4	24.9	24.4	23.4	24.2	23.3
2011	23.5	24.5	22.8	23.2	21.5	19.8	21.2	23.4	24.7	22.9	23.2	23.2	22.8
2012	22.4	24.3	23.8	23.5	20.5	23.4	20.6	21.4	24.8	26.1	24.2	25.3	23.3
2013	23.3	24.2	24.0	22.2	21.6	21.4	20.4	21.6	23.5	23.9	24.0	23.8	22.8
2014	24.9	24.9	23.8	23.3	21.5	21.3	20.4	23.0	24.8	25.9	23.8	23.3	23.4
2015	26.4	23.9	22.9	23.5	21.2	20.9	21.6	23.0	25.8	27.7	25.2	24.6	23.9
2016	23.9	25.0	24.8	24.8	22.5	20.4	21.8	22.8	25.3	24.9	23.3	24.2	23.6
2017	24.1	24.3	24.4	23.8	22.5	20.9	19.0	23.1	24.4	25.9	23.4	24.0	23.3
2018	24.3	23.8	25.1	22.9	21.4	22.1	21.6	22.5	24.5	24.7	23.0	24.7	23.4
2019	25.6	24.7	24.2	24.2	23.0	21.4	20.5	22.9	26.9	26.1	24.8	24.1	24.0

Temperatura Média °c

Fonte: INMET (2020)

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média anual
2010	29.3	30.9	27.6	28.6	27.8	26.8	27.5	29.3	31.3	30.8	28.9	30.1	29.1
2011	28.9	30.2	28.1	28.6	27.1	25.8	27.4	30.1	31.5	28.4	28.9	28.4	28.6
2012	27.2	29.6	29.6	29.1	25.9	26.7	26.5	27.5	31.0	32.6	29.9	31.0	28.9
2013	28.2	29.9	29.1	27.5	27.2	26.6	26.6	28.5	30.2	29.7	29.3	29.2	28.5
2014	30.4	30.3	28.8	28.8	27.3	27.2	26.1	29.4	31.3	32.5	29.3	28.3	29.1
2015	32.0	29.3	28.0	28.8	26.1	26.3	26.9	29.4	31.9	34.3	31.2	30.4	29.5
2016	28.6	31.0	30.0	30.1	28.4	26.3	28.2	29.6	32.5	30.9	28.9	29.9	29.5
2017	29.7	29.8	29.8	29.0	27.8	26.8	25.0	29.9	30.6	32.2	28.7	29.2	29.1
2018	29.8	29.2	30.6	28.2	27.1	27.8	28.0	29.1	31.0	30.8	27.8	30.3	29.1
2019	31.0	30.4	29.7	29.6	28.4	27.4	27.0	29.2	33.3	32.3	30.9	29.9	29.9

Temperatura Máxima °c

Fonte: INMET (2020)

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média anual
2010	20.4	20.8	19.3	18.7	16.1	14.4	16.4	16.0	19.1	19.0	19.2	20.5	18.3
2011	20.2	20.5	19.8	18.7	16.6	14.6	15.6	17.4	18.4	18.8	18.6	19.8	18.2
2012	19.3	20.1	19.5	19.2	16.4	16.8	15.1	16.1	18.8	20.8	20.1	21.0	18.6
2013	20.3	20.3	20.3	18.0	16.8	17.0	14.9	15.5	18.0	19.2	19.9	20.0	18.3
2014	20.1	20.5	20.1	19.4	16.5	16.2	15.6	17.1	19.3	20.2	19.9	20.1	18.7
2015	21.4	20.0	19.7	19.8	17.3	16.5	17.0	16.9	20.2	22.1	20.5	20.7	19.3
2016	21.0	20.9	20.9	19.9	17.6	15.6	16.1	16.8	19.3	19.6	19.4	20.1	18.9
2017	20.2	20.2	20.5	19.9	18.1	15.9	13.7	17.3	18.6	20.7	19.6	20.2	18.7
2018	20.3	20.2	21.1	19.0	16.6	17.3	15.7	17.2	19.1	20.3	19.8	20.3	18.9
2019	20.9	20.6	20.6	20.0	18.5	16.2	15.0	17.5	21.1	20.9	20.5	20.2	19.3

Temperatura Mínima °c**Fonte: INMET (2020)**

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total Anual
2010	189.6	178.4	94.4	102.0	10.2	12.6	1.6	0.0	48.0	109.4	251.2	287.6	1285.0
2011	242.4	196.8	375.4	153.8	5.4	19.0	0.0	1.0	4.4	119.2	144.0	295.8	1557.2
2012	253.0	164.8	227.4	123.8	55.4	45.4	19.6	0.0	31.0	73.8	256.0	175.2	1425.4
2013	314.8	237.0	209.0	117.8	155.6	9.6	0.4	7.0	24.0	152.8	123.6	372.2	1723.8
2014	119.4	104.6	118.6	116.2	14.6	0.4	74.8	2.0	19.0	55.2	354.6	154.2	1133.6
2015	135.6	198.0	287.4	140.6	49.0	25.4	8.2	0.0	46.2	103.2	280.6	229.8	1504.0
2016	444.0	125.6	262.6	12.4	40.6	64.8	0.0	45.2	4.8	160.6	288.0	250.6	1699.2
2017	229.8	212.6	147.6	47.0	63.8	0.0	0.0	0.0	26.0	95.4	321.7	262.0	1405.9
2018	248.4	178.7	115.1	124.4	33.8	0.0	0.0	12.4	47.4	211.4	330.8	412.8	1715.2
2019	85.0	228.4	100.0	62.0	73.1	0.0	0.2	6.8	43.0	88.2	228.8	393.6	1309.1

Precipitação mm**Fonte: INMET (2020)**

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média anual
2010	71.1	65.2	70.7	61.4	57.0	53.8	49.1	36.1	41.3	58.8	70.3	72.3	58.9
2011	75.3	67.9	79.4	66.6	60.5	58.8	50.7	40.4	36.7	68.1	63.1	74.1	61.8
2012	77.3	64.7	68.2	69.9	67.7	65.4	52.3	45.7	42.2	46.6	70.6	66.0	61.4
2013	77.3	69.3	74.5	69.6	62.9	65.9	53.9	43.4	49.1	57.9	66.8	76.2	63.9
2014	60.6	59.2	70.8	70.9	58.5	55.8	55.2	40.2	45.1	42.5	69.7	73.0	58.5
2015	53.5	70.4	79.5	73.3	71.2	63.7	56.2	40.5	45.4	44.3	67.4	69.7	61.2
2016	81.0	69.0	70.0	53.4	59.2	58.4	43.4	45.5	39.9	56.1	71.6	69.2	59.7
2017	72.1	68.0	67.3	66.0	63.5	57.0	49.6	40.6	34.1	46.1	70.6	72.3	58.9
2018	67.8	73.3	66.8	65.6	56.4	53.9	43.4	46.7	45.2	64.6	75.6	65.2	60.4
2019	59.1	68.3	69.8	65.8	62.1	52.2	46.9	43.5	36.8	49.2	64.5	69.6	57.3

Umidade Relativa %**Fonte: INMET (2020)**

SETOR CENTRAL	jun/20	jul/20	ago/20	set/20	out/20	nov/20	dez/20	jan/21	fev/21	mar/21	abr/21	mai/21	jun/21
T MÉD °c	21.9	21.5	23	27.3	27.1	25.5	24.9	25.6	24.3	24.9	24.4	23.4	22.3
T MÁX °c	27.6	27.1	15.2	34.2	32.9	32.1	30.6	31.3	30.6	31.3	30.4	30.1	29.4
TMÍN °c	16.8	16.9	31	21.2	20.9	20.5	20.7	21.4	20.9	20.7	19.7	18.6	17
UMID %	59	48	45	38	56	59	74	67	75	69	59	57	56
PREC mm	0	0	1	17.2	84.6	109.8	566.4	115.2	233	172.8	56.6	24.4	3
Casos de Dengue	91	37	32	33	42	35	30	33	17	10	16	10	14

Casos de dengue e variáveis climáticas – Setor Central.

Fonte: PREFEITURA MUNICIPAL DE UBERLÂNDIA (2022) e DATASUS (2022)

SETOR LESTE	jun/20	jul/20	ago/20	set/20	out/20	nov/20	dez/20	jan/21	fev/21	mar/21	abr/21	mai/21	jun/21
T MÉD °c	20.5	21.5	21.9	25.4	25.7	24	23.8	24.8	23.6	24.2	22.8	23.4	20.2
T MÁX °c	27.7	27.1	31.2	35	32.2	32.1	30.2	30.1	29	29.8	28.2	29.8	29.5
TMÍN °c	16.2	16.9	14.9	18.4	19.5	17.9	19.3	20.9	20.5	20.5	19	18	14.2
UMID %	67	48	48	46	64	69	80	63	71	65	55	57	68
PREC mm	0	0	0.4	27.2	74.8	99.6	542.6	132.6	248.2	177.8	42.6	15.4	0.2
Casos de Dengue	99	62	37	44	64	46	44	44	52	27	37	31	17

Casos de dengue e variáveis climáticas – Setor Leste.

Fonte: PREFEITURA MUNICIPAL DE UBERLÂNDIA (2022) e DATASUS (2022)

SETOR OESTE	jun/20	jul/20	ago/20	set/20	out/20	nov/20	dez/20	jan/21	fev/21	mar/21	abr/21	mai/21	jun/21
T MÉD °c	21.4	21.6	22.8	23.6	26.5	24.9	24.7	25.1	24.1	24.5	23.5	22.5	21.3
T MÁX °c	28.2	28.2	30.3	34.5	32.8	31.1	30.4	31.2	30.1	31.5	29.6	29.3	28.5
TMÍN °c	16	15.3	15.2	20	20.4	20.2	20.3	20.7	20.2	20	18.3	16	15.1
UMID %	65	56	48	40	59	63	77	71	78	73	63	61	61
PREC mm	0	0	0.2	10.6	41	65.4	260.2	132.4	129.4	132.2	43	13.6	1.8
Casos de Dengue	140	95	82	58	65	44	81	106	68	77	59	62	56

Casos de dengue e variáveis climáticas – Setor Oeste.

Fonte: PREFEITURA MUNICIPAL DE UBERLÂNDIA (2022) e DATASUS (2022)

SETOR NORTE	jun/20	jul/20	ago/20	set/20	out/20	nov/20	dez/20	jan/21	fev/21	mar/21	abr/21	mai/21	jun/21
T MÉD °c	21	21.4	21.9	25.9	26	24.5	24.1	25.3	24.1	24.6	23.7	22.6	21
T MÁX °c	26.8	26.8	28.8	32.5	31.9	30.5	30.3	31.6	30.3	31.7	29.7	29.5	26.8
TMÍN °c	16.2	16.5	14.8	20.1	20.1	19.6	19.7	20.6	20.4	20	18.4	17.3	16.2
UMID %	66	56	51	42	61	64	79	71	78	73	62	60	66
PREC mm	0	0	0.6	22.8	46	92.4	421.6	153.2	202.4	124	56.4	19.8	0
Casos de Dengue	98	65	44	48	30	32	33	28	32	44	30	26	29

Casos de dengue e variáveis climáticas – Setor Norte.

Fonte: PREFEITURA MUNICIPAL DE UBERLÂNDIA (2022) e DATASUS (2022)

SETOR SUL	jun/20	jul/20	ago/20	set/20	out/20	nov/20	dez/20	jan/21	fev/21	mar/21	abr/21	mai/21	jun/21
T MÉD °c	21.9	22.1	22.8	26.9	26.8	25.4	24.6	25.6	24.1	24.8	24.1	22.8	21.6
T MÁX °c	29.4	28.9	32.2	35.4	32.5	33.1	31.2	32.3	31.3	32.2	31.2	30.7	29.2
TMÍN °c	15.9	16.2	14	20	20	19.7	19.9	20.6	20.1	19.9	19	16.7	15.6
UMID %	63	53	49	40	58	60	77	69	78	71	60	58	59
PREC mm	0	0.2	0.8	38	63.6	82.2	466.8	195.4	164.4	178.2	43.2	14.8	2.6
Casos de Dengue	109	78	43	35	79	30	44	50	39	86	49	37	38

Casos de dengue e variáveis climáticas – Setor Sul.

Fonte: PREFEITURA MUNICIPAL DE UBERLÂNDIA (2022) e DATASUS (2022)

