



Revista Brasileira de Geografia Física

Homepage: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgf>



Análise temporal da relação entre dengue e variáveis climáticas na cidade de Uberlândia – MG

¹Eduardo Soares Leite, Paulo Cezar Mendes²

¹Doutorando em Geografia pela Universidade Federal de Uberlândia, UFU, eduardo.geoufu@hotmail.com. ² Professor Doutor, Universidade Federal de Uberlândia, UFU, pcmendes@ig.ufu.br.

Artigo recebido em 16/12/2022 e aceito em 24/02/2023

RESUMO

Este trabalho teve por objetivo analisar a relação de algumas 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 para o período de janeiro de 2010 a dezembro de 2019. Os dados climáticos foram retirados 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, nos anos analisados, um aumento dos casos de dengue junto ao acréscimo da temperatura mínima, acima da faixa dos 18 °C, da temperatura média, sobretudo 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. A análise permitiu verificar uma relação 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.

Temporal analysis of the relationship between dengue and climate variables in the city of Uberlândia - MG

ABSTRACT

This work 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 for the period from January 2010 to December 2019. The climate 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, in the years analyzed, an increase in dengue cases along with the increase in the minimum temperature, above the range of 18 °C, the average temperature, especially 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. The analysis made it possible to verify a direct relationship between climate variables and the number of dengue cases and epidemic years in the city, information that can serve as a basis for action and management plans aimed at reducing the negative impacts of dengue epidemics on the population of Uberlândia.

Keywords: Uberlândia, dengue, climate variables.

Introdução

A relação clima/saúde é notada por diversos estudiosos desde a antiguidade clássica com Hipócrates (480 a.C), passando pela Ciência Geográfica na sua gênese, com as escolas geofísicas de Ritter e Humboldt no século XIX. Carl Ritter e Alexander Von Humboldt iniciaram a

construção do conhecimento geográfico, que buscava compreender e delimitar os elementos naturais que compunham a superfície terrestre. O meio natural se caracterizava neste período como a principal base de análise para o conhecimento geográfico, tendo em vista a gênese da Geografia Física a partir das ciências naturais, fruto do estudo “A Teoria Geral da Terra” de Humboldt (1848).

Durante o século XX a partir destas bases teóricas/conceituais, a Climatologia foi sendo desenvolvida dentre outras perspectivas, principalmente no que se diz respeito ao entendimento da Climatologia Dinâmica e Geográfica, em diferentes períodos, por diversos autores, tais como, Sorre (1934), Ratisbona (1942), Koppen (1948), Pédelaborde (1959), Monteiro (1962, 1963, 1970, 1971 e 1973), Ayoade (1976), Mendonça (1994, 2001 e 2003), Sant'anna Neto (2008 e 2013), Zavattini (2000 e 2009), dentre outros.

Para Confalonieri et al. (2007), o clima e suas variações atmosféricas podem impactar a sociedade de três maneiras: i) impactos diretos, causados por fenômenos extremos (altas temperaturas, tempestades, inundações e deslizamentos); ii) consequências diretas à saúde humana, causadas por processos ambientais e/ou alterações ecológicas, resultantes de alterações climáticas (proliferação de vetores, queda na produção de alimento) e iii) consequências indiretas para a saúde humana, como por exemplo os traumas psicológicos, migrações em massa e grandes perdas econômicas dos países, que podem gerar crises socioeconômicas estruturais.

Dentre as principais doenças afetadas pelas flutuações climáticas destaca-se a dengue. Qualquer forma de mudança sistemática regular ou irregular, com as variáveis oscilando entre máximos e mínimos podem interferir na dinâmica de proliferação do mosquito (*Aedes Aegypti*) e do vírus da dengue.

A temperatura, umidade, precipitação e outros elementos do clima têm diferentes correlações com a disseminação da doença, principalmente em ambientes urbanos, que também apresentam condições socioambientais e socioeconômicas singulares que favorecem sua complexa dinâmica.

Essa relação entre as dinâmicas das principais variáveis do clima e a ocorrência da dengue é corroborada nos estudos de Almeida (2021), Zaparoli et al. (2022), Soares et al. (2022), Silva et al. (2020), Murara et al. (2021), Rodrigues et al. (2020), Meira (2020), Loreiro (2021) e Oliveira (2022).

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 consequentemente 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)

No Brasil, a transmissão da dengue vem acontecendo de forma contínua desde 1986 e 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 vem gerando gastos exacerbados, além de exigir maior capacidade de organização dos gestores e de políticas públicas que garantam o acesso na assistência de saúde e a execução de medidas de controle do vetor, capazes de reduzir a incidência da doença em todo o país.

Para se ter uma ideia desta problemática, nas Américas, o país é o que possui o maior número de casos, com 78% das notificações ocorridas entre 2000 e 2005, e ocupando o primeiro lugar no mundo com milhões de casos da doença. (Lindoso & Lindoso, 2009; Teixeira et al., 2009).

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

De 2010 a 2013, a Organização Mundial da Saúde (OMS) registrou um aumento de 2,4 milhões para mais de 3 milhões de casos de dengue em todo o mundo. Em Uberlândia (MG), já é possível observar um aumento no número de casos nos últimos anos. Desde 2005 Uberlândia têm sofrido recorrentemente com surtos da doença, chegando há mais de dezesseis mil casos em 2015 e mais de trinta e um mil casos em 2019, como será observado. Esse fato pode ser corroborado pelos estudos de Carvalho (2017) que quantificou mais de trinta e seis mil casos de dengue entre 2011 a 2015 na cidade, sendo o último ano o de maior incidência.

Este aumento está relacionado com diversos fatores socioeconômicos, sanitários e ambientais. No entanto o clima se mostra como uma variável importante, dado que, os aumentos nas temperaturas associado 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.

A sazonalidade anual dos casos é bem definida na região, reforçando ainda mais a relação dessa endemia com o clima local/regional. A maioria dos casos de dengue estão concentrados no trimestre de março, abril e maio. É normal que os casos se intensifiquem nessa parte do ano no Brasil, uma vez que, o período chuvoso já formou diversos reservatórios para a proliferação do mosquito e 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 apontam 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). Nestes 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 mesmo sem notificação. (Siqueira et al., 2018).

Nesse sentido, pensando nas mudanças no clima para as próximas décadas, é importante compreender a variabilidade e distribuição dos casos de dengue perante as variáveis climáticas. Em um contexto de aumento das temperaturas, novas dinâmicas climáticas alterarão a espacialidade e as variações anuais da doença, aumentando as faixas dos vetores, a duração da atividade e aumentando até o período infeccioso do mosquito.

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 espaciais 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.

Além dos fatores ambientais (clima, vegetação, hidrologia, relevo) é importante considerar também os fatores sócio-demográficos (migrações, densidade populacional, economia, saneamento, resíduos), 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, número de médicos) e a história da doença em determinado local. (BarroS et al., 2022; Carvalho et al., 2021; Meira et al., 2021)

Assim, este estudo objetiva compreender a relação entre as variáveis climáticas com a incidência de dengue em Uberlândia para o período de 2010 a 2019.

Material e métodos

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).

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, 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 forma-se 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.

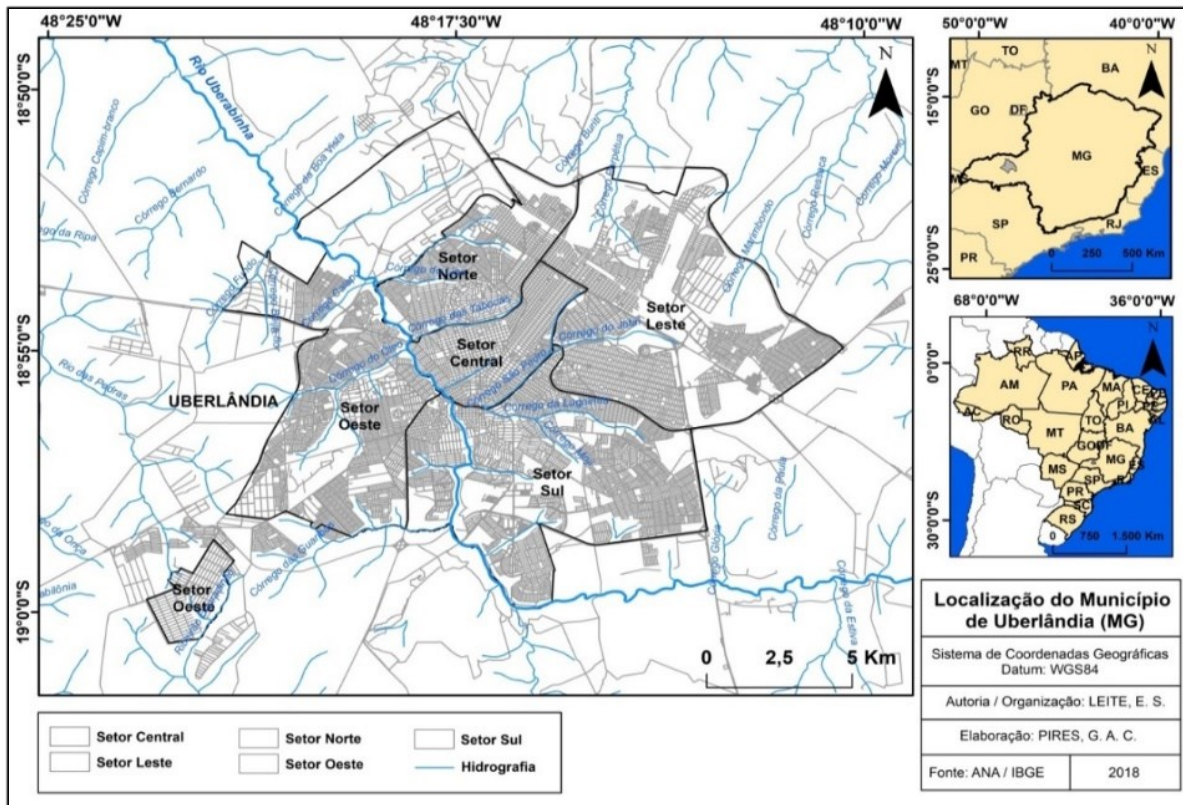


Figura 1: Localização do Perímetro Urbano de Uberlândia – MG.

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, dentre outros).

Realizou-se um levantamento teórico que deu suporte conceitual sobre as temáticas do estudo, como Climatologia Geográfica, Geografia da Saúde, Epidemiologia, Ecologia da Dengue dentre outras, bem como um levantamento bibliográfico específico sobre as relações entre o clima e a dengue, mudanças nos padrões de doenças, urbanização e dengue, dentre outros.

Para a realização da análise de correlação entre a variabilidade dos casos anuais de dengue com as variáveis climáticas de Uberlândia dentro da série 2010-2019, 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 Saúde de Uberlândia (SMSU), 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 de 2010 a 2019 e as seguintes variáveis climáticas, temperaturas média, máxima e mínima, umidade relativa e precipitação. (**Tabela 1**)

A escolha dessa série histórica se deu após a aplicação de modelos estatísticos e análise da relevância dos dados para o objetivo do estudo. Ressalta-se que anteriormente a este período, 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 realizou-se as seguintes análises estatísticas no software R versão 4.0.2 a fim de observar a intensidade dos efeitos das variáveis climáticas no comportamento e incidência da dengue.

Tabela 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

Utilizou-se os Modelos Lineares Generalizados com função logarítmica de Poisson e Binomial Negativa. Modelos Lineares Generalizados (MLG) introduzidos por Nelder et al (1972) são uma classe de modelos, sendo uma extensão das regressões simples e múltipla, possibilitando utilizar outras distribuições, necessariamente da família exponencial, caracterizada por ser utilizada em dados no qual a variável resposta sejam 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,

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

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 como, por exemplo, logarítmica para os modelos log-lineares, chamada função de ligação.

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

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

A distribuição Poisson é a mais utilizada para análise de dados de contagem, tendo como função de probabilidade:

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

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

A distribuição de Poisson aplica-se 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 , temos que

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

sendo τ_i a heterogeneidade não observada:

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

Ou seja:

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

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

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

Logo,

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

Portanto,

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

Sendo $\delta = \alpha \mu_i > 0$

Utiliza-se a distribuição binomial negativa quando identifica-se 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, no qual assume-se 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 tendo como efeito aleatório, a variável ano.

O critério de informação de Akaike é definido por:

$$AIC_p = -2\log(L_p) + 2[(p+1) + 1],$$

Onde,

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. Sendo assim, 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 identificação das áreas mais afetadas na cidade, foi produzido um mapa temático no software Quantum Gis, versão 2.18 (software). A utilização do Sistema de Informações Geográficas (SIG) é fundamental em análises climáticas e sanitárias, auxiliando 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 do mapa 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 por bairros foram retirados da Secretaria Municipal de Uberlândia para a série de 2010 a 2019.

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.

Ainda, a espacialização dos dados através do mapeamento dessas informações fornece um grande aparato para a gestão do risco e para o planejamento sanitário da cidade. É fundamental aplicar essas informações sob a ótica da gestão

equilibrada do ambiente, visando ajustar a sociedade e torná-la resiliente.

Resultados e discussões

Na tabela 2, têm-se 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 3, onde de 2010 a meados de 2012, não houve epidemia, sendo a primeira no ano de 2013.

Além disso, temos 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 foi de 9 casos em outubro de 2011), enquanto o máximo ocorreu em Abril de 2019, totalizando 10229 notificações. Em relação às variáveis climáticas, com exceção de precipitação, ambas tiveram pouca dispersão, ou seja, variâncias e desvios padrões baixos.

Assim os valores médios e medianos se

assemelham, ou seja, ao longo dos 10 anos analisados, não houve valores discrepantes nas variáveis climáticas. Embora, 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 3, um aumento da precipitação nos primeiros meses do ano, mais especificamente entre os meses de Janeiro a Abril, identificando a sazonalidade dos períodos chuvosos na região.

Na figura 2 observa-se o histograma da variável número de casos de dengue, onde é possível identificar que a maioria dos casos está concentrado entre 0 e 1000 casos por mês, justificando a alta dispersão dessa variável.

Na figura 3 observa-se a série temporal do número de casos de dengue, juntamente com todas as variáveis climáticas analisadas.

Tabela 2: 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

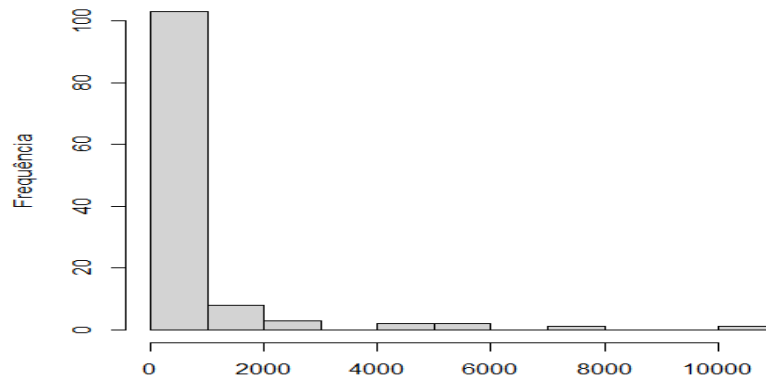


Figura 2: Histograma da variável número de casos de dengue em Uberlândia (MG).

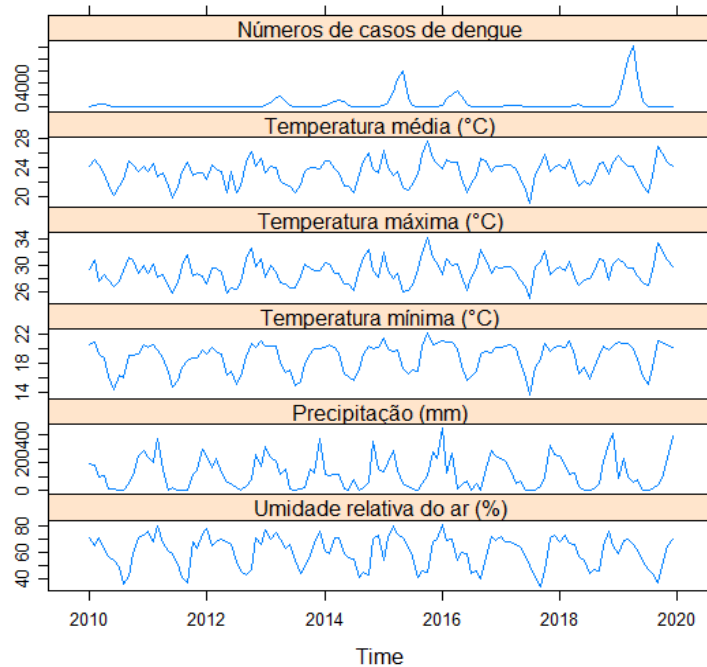


Figura 3: Séries temporais do número de casos de dengue e das variáveis climáticas na cidade de Uberlândia (MG), no período de 2010 a 2019.

De maneira descritiva é possível identificar uma boa correlação entre as variáveis climáticas e o número de casos de dengue. Observa-se que nos anos onde as temperaturas médias atingiram os seus maiores valores, associadas a elevadas taxas de umidade relativa do ar e índices pluviométricos dentro da normal 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 de algumas variáveis se mostrou baixa. Isso pode ser explicado

pela ação de outros fatores socioambientais, tendo em vista o processo de multicausalidade da dengue.

Verifica-se que 2019 foi o ano mais epidêmico dentre os 10 anos analisados, sendo que entre 2015 e 2016 também somaram números consideráveis em relação aos demais anos. Os anos de 2010, 2011, 2012, 2017 e 2018 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 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, na identificação dos casos e complexidades das doenças ou agravos.

Na figura 4 observa-se o gráfico com a relação do número de casos com todas as covariáveis analisadas. Conforme previsto na

literatura, e tendo em vista 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.

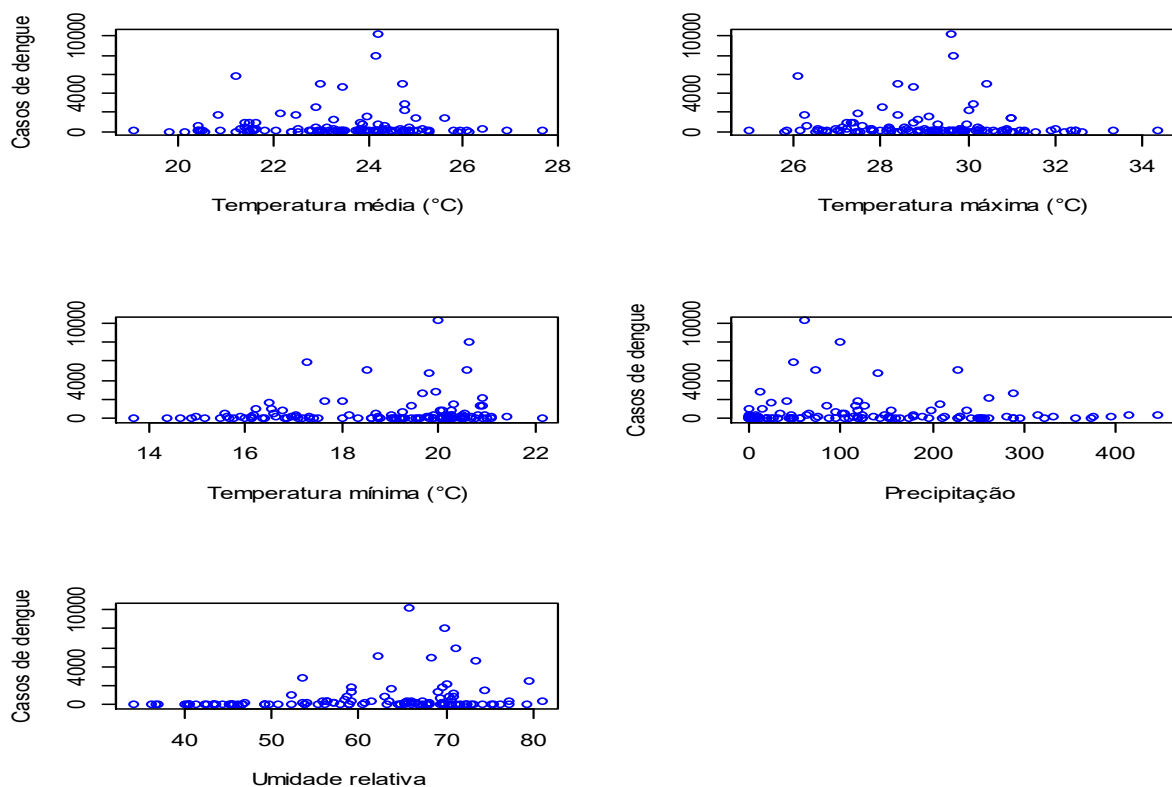


Figura 4: Plot do número de casos de dengue em relação às covariáveis climáticas analisadas.

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. Embora, outros estudos 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 dos mesmos e consequentemente 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 mensais pluviométricas moderadas e não extremas. Ressalta-se 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, percebe-se que os casos estão associados ao seu aumento. De acordo com a Figura 4, valores acima de 60% tiveram influência positiva no número de casos. Quando as mensais ultrapassaram os 70% o número de casos tiveram uma resposta ainda mais confirmativa.

Para verificar a existência de influência estatística das covariáveis climáticas no número de

casos de dengue na cidade de Uberlândia de 2010 a 2019, utilizou-se Modelos Lineares Generalizados com função logarítmica de Poisson e Binomial Negativa como descrito na metodologia.

Na tabela 3 é evidenciado 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, sendo 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 3: 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

No modelo 1, foi incluído apenas a covariável umidade relativa do ar. Neste, 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 4)

Tabela 4: 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	

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). No gráfico da figura 4, percebe-se que dentro da faixa acima de 30°C, há uma diminuição na contagem de casos.

No modelo 3, temos a inclusão das covariáveis umidade relativa do ar e temperatura máxima; neste modelo, foi obtido o menor valor de AIC (1589.5), sendo então considerado o melhor modelo para representar a série. Para o modelo selecionado, temos 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, a cada aumento em sua unidade, ocasiona em uma diminuição de 16% nas incidências de casos de dengue $RR = 0.8446$ (0.754 ; 0.945), sendo que este intervalo (a 95% de confiança), varia em uma redução de 5.5%

25% . (TABELA 3)

Na figura 5 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 complexidade do contexto da dengue na cidade para o período. Só no ano de 2019 foram notificados mais de trinta mil casos da doença, batendo recordes e fugindo 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)

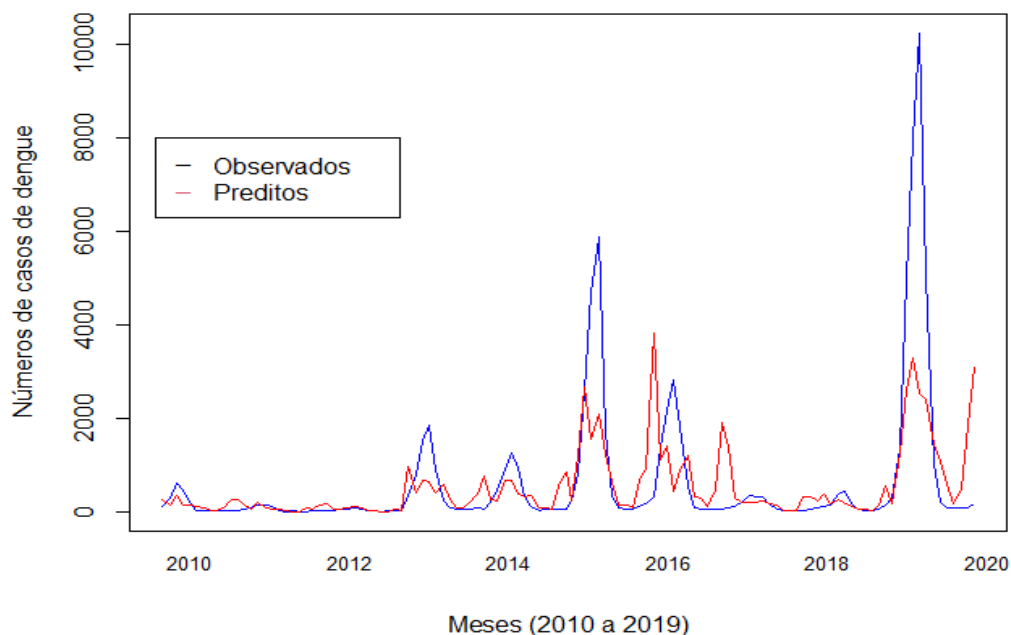


Figura 5: Série original de casos de dengue em Uberlândia versus Série estimada pelo modelo 3. Em azul, tem-se a série original; em vermelho, a série estimada.

Disso, podemos 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.

Portanto, 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 podem 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 fornecer um conjunto de informações ambientais/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 permitem que se estabeleça uma correlação entre o clima e a saúde de Uberlândia. A variabilidade climática local dos últimos anos favoreceu a proliferação de vetores e a maior disseminação da doença, ou seja, podendo ser considerada como 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. A questão, porém é complexa, pois outros fatores devem ser considerados nas causas e consequências diretas a epidemiologia da dengue.

No que se refere à dinâmica dos casos e distribuição espacial da dengue em Uberlândia, na série analisada de 2010 a 2019 foram confirmados aproximadamente 74.635 casos da doença.

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 dispõe de implicações socioeconômicas importantes, pois causa ausência ao trabalho, aumenta a procura pelos serviços de saúde e consequentemente os gastos governamentais.

Analisando o mapa abaixo (Figura 6) 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 Pequiss, 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).

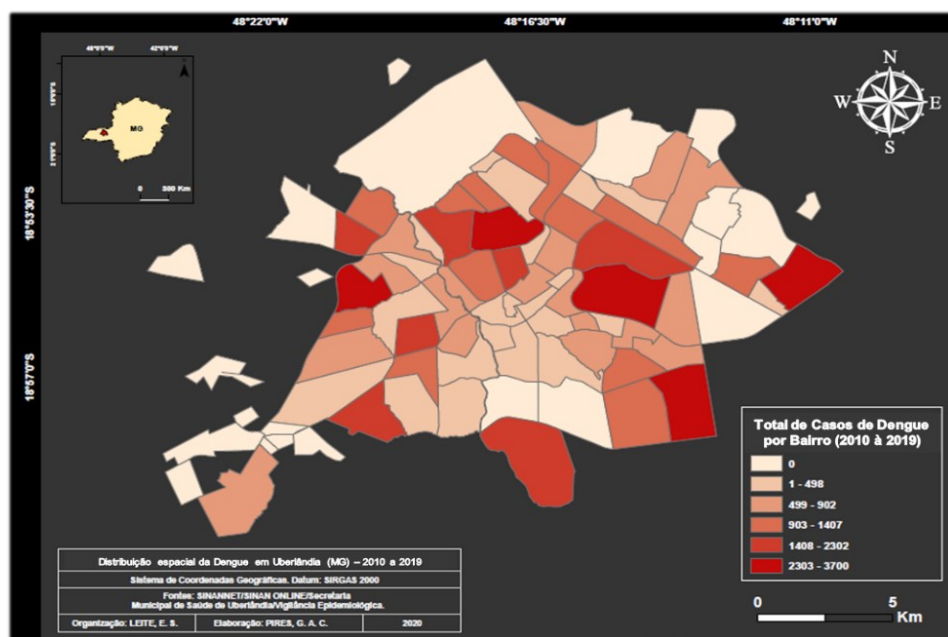


Figura 6: Distribuição espacial da Dengue em Uberlândia (MG) – 2010 a 2019.

Destaca-se que a doença atinge todos os setores da cidade com elevada intensidade, com uma leve superioridade nos setores norte e leste. Em relação aos bairros mais atingidos, citados anteriormente, são os que possuem maior densidade populacional e de imóveis que são 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 7: Lotes vagos e abandonados em Uberlândia (MG).

Há que se destacar também o papel da população, com hábitos inadequados de organização e descarte de bens e objetos nas suas residências, gerando o acúmulo de água e 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 8: Resíduos mal descartados em terreno do bairro Presidente Roosevelt em Uberlândia (MG).

Ainda, os bairros de maior incidência possuem condicionantes sociais favoráveis à transmissão do vírus, a exemplo 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 a 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 a gestão epidemiológica da cidade em relação ao controle da transmissão da epidemia. 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.

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, assim como, 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 visualizado 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.

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

Entretanto, é necessário compreender os motivos pelos quais a dengue acometem mais alguns bairros que outros. A vulnerabilidade social pode ser um fator importante já que anualmente bairros de baixa renda são mais afetados. Os fatores ambientais e climáticos também estão correlacionados, sendo necessário um estudo mais aprofundado e integrador em nível de bairro.

Conclusão

O presente trabalho teve como objetivo analisar a correlação entre as principais variáveis climáticas com a incidência da dengue em Uberlândia.

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.

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.

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.

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

Almeida, Iasmim Ferreira de et al. Caracterização dos perfis temporais de transmissão da dengue nos municípios de seis estados brasileiros, 2010-2019. 2021. Tese de Doutorado.

Andrioli, D. C., Busato, M. A., & Lutinski, J. A. (2020). Características da epidemia de dengue em Pinhalzinho, Santa Catarina, 2015-2016. *Epidemiologia e Serviços de Saúde*, 29, e2020057.

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

Barros Moreira, L. S., De Oliveira, H. M., Corrêa, B. A. S., Guimarães, L. A., Damasceno, M. H. S., De Azevedo Braga, T., & Braga, V. E. G. (2022). Perfil clínico e epidemiológico da dengue no estado de Minas Gerais. *Clinical and epidemiological profile of dengue in the state of Minas Gerais. Brazilian Journal of Health Review*, 5(1), 373-387.

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/defthtm.exe?i bge/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

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. DOI <http://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.
- Confalonieri, U. E. C.; Marinho, D. P. (2007). Mudança climática global e saúde: perspectivas para o Brasil. Revista Multiciência, 8, 48-64.
- Costa, M. S. D., & Araújo, R. A. F. D. (2021). Variabilidade Climática: A Precipitação como Parâmetro de Estudo Para os Casos de Dengue no Litoral, Sertão, Serra e Sul Cearense Entre 2007 e 2019. Revista Brasileira de Meteorologia, 36, 591-601.
- Costa, G. B., De Freitas, A. R. R., Junior, A. K., & Dos Santos, A. D. O. (2021). Medidas de Controle de Vetores da Dengue. Revista Multidisciplinar em Saúde, 2(4), 28-28.
- de Almeida, D. S., Rudke, A. P., Martini, N. C., da Costa, S. C., Beal, A., Ribeiro, M., & Martins, L. D. (2021). Estudo da relação entre variáveis meteorológicas e ocorrência de casos de dengue em Londrina-PR. Revista Brasileira de Geografia Física, 14(7), 3857-3866.
- De Carvalho, A. P. A., & Júnior, M. M. T. (2021). Clima, meio ambiente urbano e a dengue em Salvador. Revista da Arquitetura: cidade e habitação, 1(2).
- De Oliveira, A. A., Monteiro, J. B., DE Barros Santiago, D., & Moura, D. C. 202). Variabilidade climática e casos de dengue em cidades do estado da Paraíba, Brasil. Research, Society and Development, 11(11), e50111133256-e50111133256.
- Dias, L. B. A. et al. 2010. Dengue: transmissão, aspectos clínicos, diagnóstico e tratamento. Medicina, São Paulo, 43, 143 – 152.
- Dos Santos, F. F. S., & De Araújo, H. M. 202). A relação clima/tempo e dengue no espaço urbano de Aracaju/SE. Revista Brasileira de Climatologia, 31, 649-670.
- EBI, K. L.; Nealon, J. 2016. Dengue in a changing climate. Environ Res. 151:115–123.
- Estallo, E. L.; Luduena-Almeida, F. F.; Introini, M. V.; Almiron, W. R. 2015. Weather variability associated with aedes (stegomyia) aegypti (dengue vector) oviposition dynamics in northwestern argentina. Plos One, 10, e0127820.
- Gomes, A. F.; Nobre A. A.; Cruz O. G. 2012. Temporal analysis of the relationship between dengue and meteorological variables in the city of Rio de Janeiro, Brazil, 2001- 2009. Cad Saúde Pública. 28(11):2189–2197.
- 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. 2020. 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.
- Leandro, G. C. W., Cicchelero, L. M., Procopiuk, M., Correa, F. D. O. B., Santos, P. C. F. D., Lopes, A. R., & Nihei, O. K. 2022. Análise temporal e espacial dos casos municipais de dengue no Paraná e indicadores sociais e ambientais, 2012 a 2021: estudo ecológico. Revista Brasileira de Epidemiologia, 25.
- Lindoso, J.A.L.; Lindoso, A.A.B.P. 2009. Neglected tropical diseases in Brasil. Rev. Inst. Med. Trop. São Paulo. 51, 247-253, doi: 10.1590/s0036-46652009000500003
- Loureiro, A. B., DE Almeida, J. A. M., & DE Souza, A. S. B. 2021. Levantamento de dados sobre a epidemia de dengue na cidade de Alto Paraíso, Paraná, Brasil: Uma questão de saúde pública. Brazilian Journal of Animal and Environmental Research, 4(3), 4052-4069.
- Meira, M. C. R., Nihei, O. K., Moschini, L. E., Arcoverde, M. A. M., Britto, A. D. S., Silva Sobrinho, R. A. D., & Muñoz, S. S. 2021. Influência do clima na ocorrência de dengue em um município brasileiro de tríplice fronteira. Cogitare Enfermagem, 26.
- Meira, M. C. R. 2020. Distribuição espacial e evolução temporal da incidência da dengue e sua correlação com variáveis entomológicas e climáticas em um município brasileiro de tríplice fronteira. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.
- Mendonça, F. 2003. Aquecimento global e saúde: uma perspectiva geográfica – notas introdutórias. Terra Livre. 1., 205-211.
- Mendonça, F. A.; Souza, A. V.; Dutra, D. A. 2009. Saúde pública, urbanização e dengue no Brasil. Sociedade e Natureza, 21, 257-269.

- Monteiro, C. A. F. 1975. Teoria e clima urbano. São Paulo: Instituto de Geografia da Universidade de São Paulo, (Série Teses e Monografias, n.25).
- Monteiro, E. S. C et al. 2022. 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=S167997420090004000006&lng=pt&nrm=iso>. acessos em 20 jan. 2022. <http://dx.doi.org/10.5123/S167949742009000400006>.
- Murara, S., Aleixo, P. G., Regina, N. C. 2021. Clima e saúde no Brasil. *Paco e Littera*.
- Menezes, Ana Maria Fernandes et al. Perfil epidemiológico da dengue na Bahia entre os anos de 2010 à 2019 Epidemiological profile of dengue in Bahia between 2010 and 2019. *Brazilian Journal of Health Review*, 4, 21494-21505, 2021.
- Natal, D. 2002. Bioecologia do *Aedes aegypti*. *Biológico*. Ref Type: Journal, 64, 205-207.
- Natal, D.; Gonçalves, E. F. B.; Taveira, L. A. Proliferação de mosquitos (Diptera, Culicidae) em cemitérios e perspectivas de controle. *Informe Epidemiológico do Sus*, 6, 103-110, 1997. <https://doi.org/10.5123/S0104-16731997000200010>
- Nelder, J. A.; Wedderburn, R. W. M. 1972. Generalized Linear Models. *Journal of the Royal Statistical Society*, 135, 370-384.
- Ribeiro, A. F.; Marques, G.; Voltolini, J.C.; Condino, M.L.F. 2006. Associação entre incidência de dengue e variáveis climáticas. *Rev. Saúde Pública*, 40, 671-676.
- Rodrigues, A. E. P., Campos, J. C. B., De Oliveira, I. D., Batista, K. C., Okabaishi, D. C. V., Ribeiro, S. M. G., & Bitencourt, E. L. 2020. Perfil epidemiológico da dengue em Palmas de 2015 a 2017. *Revista de patologia do Tocantins*, 7(3), 26-30.
- Santos, M., Anjos, R., & Nóbrega, R. 2020. Clima urbano como potencializador dos casos de dengue, zika e chikungunya em Recife. Capítulo de livro, geografia e inovação: avanços, conflitos e transformações em rede, 1, 07-12.
- Scandar, S. A. S.; Vieira P, Cardoso Júnior, R. P.; Silva, R. A.; Papa, M.; Sallum, M. A. M. 2010. Dengue em São José do Rio Preto, Estado de São Paulo, Brasil, 2005: fatores entomológicos, ambientais e socioeconômicos. *Bol epidemiol paulista*. 7(81):4-16.
- scandar, S. A. S. 2007. 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. 138f. Tese (Doutorado em Saúde Pública) -Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo.
- Silva, B. C. S., Rosa, G. P., DE Paula Souza, R. J., Da Silva, L. D. C. T., & Catete, C. P. 2020. Geoprocessamento e gestão pública: uma análise socioambiental dos casos de dengue em Belém (PA). *Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental*, 9(4), 421-441.
- Silva, N. D. S., Alves, J. M. B., Silva, E. M. D., & Lima, R. R. 2020. Avaliação da relação entre a climatologia, as condições sanitárias (lixo) e a ocorrência de arboviroses (Dengue e Chikungunya) em Quixadá-CE no período entre 2016 e 2019. *Revista Brasileira de Meteorologia*, 35, 485-492.
- Siqueira, I. S.; Queiroz, J. C. B.; Amim, M. M.; Camara, R. K. C. 2018. 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.* 33, pp.380-389.
- Soares, P. V., Araújo, R. A. F. D., & Almeida, M. E. 2022. A Influência das Variáveis Meteorológicas na Ocorrência de Casos de Dengue em Fortaleza, Ceará. *Revista Brasileira de Meteorologia*, 36, 759-766.
- Tannous, I. P., Tavares, R. L. M., de Fátima Mariano, Z., & Dos Santos, W. G. 2021. Mudanças sazonais no clima, índices pluviométricos e distribuição espacial de casos de dengue em um Município do Sudoeste de Goiás-Brasil. *Brazilian Journal of Development*, 7(1), 6334-6349.
- Torres, M. A. N., Ribeiro, P. C., Junior, A. R. G., Ribeiro, Z. M., & Rodrigues, J. A. J. 2021. Climatologia aplicada ao estudo da dengue na cidade de São Luís, Maranhão, Brasil. *Revista Brasileira de Geografia Física*, 14(7), 3842-3856.
- Zaparoli, I. C. V. B., Kozusny-Andreani, D. I., Vazquez, G. H., Zaparoli, R. E., Ramos, E. B., & Vanzela, L. S. 2021. Resposta dos casos de dengue em função do clima no estado de São Paulo. *Brazilian Journal of Development*, 7(3), 28572-28587.