

# Uma proposta de zoneamento para o *Aedes aegypti* em Montes Claros (MG) e a associação entre a infestação larvária com a temperatura de superfície nos anos 2015, 2016 e 2017

## A purpose of zoning to the *Aedes aegypti* on the Montes Claros – MG city and the relationship between the larval infestation with the land surface temperature in the years 2015, 2016 and 2017

Diego de Sousa Ribeiro Fonseca\*, Ricardo Alexandrino Garcia\*

\*Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Instituto de Geociências (IGC), diegosousarf@gmail.com; alexandrinogarcia@gmail.com

DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/raega.v48i0.66973>

### Resumo

Identificar e delimitar unidades geográficas em certo espaço, conforme suas fragilidades em saúde - pode ser mais eficiente, quando a intenção é chegar aos locais prioritários para ações de combate aos problemas na saúde coletiva. O objetivo deste trabalho foi gerar um zoneamento das áreas com maior predisposição para infestação pelo mosquito *Aedes aegypti*, tendo em perspectiva os anos 2015, 2016 e 2017 em Montes Claros-MG. A partir dessa área funcional foi testada a associação entre a ocorrência desse vetor de enfermidades com a temperatura de superfície. A metodologia consistiu na montagem do banco de dados com o Índice Breteau; aplicação do Índice de Moran e da álgebra entre mapas – para delineamento do zoneamento; geração das imagens com as temperaturas de superfícies (TS); aplicação da análise descritiva – para comparação e exploração dos dados; testes estatísticos como: o de hipóteses, Stepwise e regressão linear múltipla – para análise da correlação entre as variáveis. Os resultados mostraram os lugares onde tem havido maior interação espacial para a disseminação do mosquito na área analisada. Essas análises demonstraram que a correspondência entre a infestação larvária do ano 2016 ( $p < 0,01$ ) foi a que mais influenciou na apresentada no ano de 2017; sobretudo nas áreas com as temperaturas de superfície mais elevadas ( $p < 0,04$ ). Nesse modelo, a regressão linear múltipla apresentou alto poder explicativo ( $p < 0,01$  e  $R^2 = 0,814$ ). Concluiu-se que há relação associativa entre o período analisado com as características do espaço habitado para as maiores taxas do *A. aegypti*. É preciso observar a alteração do microclima local no processo de urbanização e impermeabilização do solo, mitigando as ilhas de calor.

**Palavras-chave:** saúde pública; ilhas de calor; regressão linear múltipla.

## Abstract

To identify and delimit certain geographic units, based in the fragilities on the public health can be more efficient when the intention is got at priorities places to actions against the troubles of collective diseases. The present study aims to make a zoning of areas with the bigger is mosquitoes *Aedes aegypti* infestation having in perspective the years 2015, 2016 and 2017 in the Montes Claros, Minas Gerais. From of these functional area was tested the association among the occurrences of this diseases vector with land surface temperature. The methodology consisted in the creation of database with Breteau Index; application of Moran Index and maps algebra – to outline the zoning area; generation of land surface temperature (LSE) imagery; application of descriptive analysis – to compare and explore the data; statistic tests, such as: the hypothesis, Spetwise and multiple linear regression – analyzing the correlations between variables. The results showed the places where have been the highest spacializing interactions to occurrence of mosquitoes on the city. The statistics tests have shown that the correspondence between larval infestation of the year 2016 ( $p < 0.01$ ) was the most influence in the infestation happened on the year 2017, overall in the neighborhoods with the biggest land surface temperatures ( $p < 0.04$ ). Within of this model, the multiple linear regression got a strong power ( $p < 0.01$  e  $R^2 = 0.814$ ). It is concluded that has associative relationship between the analysis period and inhabited environment characteristics to increase the mosquito infestation. It is necessary to observe the artificial modification of microclimate on the process of urbanization and waterproofing of soil, mitigating the heat islands.

**Keywords:** public health; heat islands; multiple linear regression.

## I. INTRODUÇÃO

Na contemporaneidade é verificado que o planejamento dos centros urbanos não tem sido adequado, diante da ambiência conturbada a que tais espaços têm se convertido. O fato decorre do recorrente crescimento demográfico e expansão das cidades. Em meio a esse cenário, há o desequilíbrio das pragas urbanas, disseminadoras de doenças que afetam a saúde da sociedade (CÂMARA *et al.*, 2005; SALES; FONSECA, 2018).

Nessa perspectiva, de tempos em tempos surtos epidêmicos são provocados por vetores como o mosquito *Aedes aegypti*, principal responsável pela transmissão de enfermidades como a dengue; febre amarela (JENTES *et al.*, 2011); febre *chikungunya* (CHAVES *et al.*, 2012) e o zika vírus (CAMPOS *et al.*, 2015). E, à medida que ocorre o crescimento urbano, a infestação larvária desse inseto tende a aumentar (ALMEIDA *et al.*, 2009).

O *Aedes aegypti* é descrito como menor que um mosquito comum, é preto e com pequenas manchas brancas, suas asas são translúcidas e o ruído que produz não chega a ser notado pelo ouvido humano. O

macho alimenta-se exclusivamente de frutas, já a fêmea precisa de sangue para o amadurecimento dos ovos, que são depositados nas paredes internas dos objetos, em locais úmidos e com água parada. No momento da postura, são brancos, mas em pouco tempo tornam-se pretos e brilhantes. Mesmo que a água onde estão depositados seque, os ovos não morrem, e, ao primeiro contato com a umidade há a eclosão (BRAZ *et al.*, 2013).

O reconhecimento de áreas com maior propensão à infestação larvária pode ser mais eficiente, quando a intenção é chegar aos locais prioritários para ações de combate aos problemas na saúde coletiva (MORENO; BARATA, 2012). Nesse zoneamento a contextualização dos distúrbios epidêmicos, associando-os às características do espaço geográfico aos quais estão inseridos, é fundamental para o entendimento com maior abrangência dos processos espaciais dinâmicos dessas anomalias (SAWYER *et al.*, 2002).

Dentro da premissa levantada, “zoneamento” seria identificar e delimitar unidades geográficas em certo espaço físico, conforme suas fragilidades, em saúde no caso, as quais podem ser intensificadas a partir dos elementos que compõem esse meio. Pode-se compreendê-lo ainda, como o produto das análises de processos dinâmicos somados à regionalização dos atributos relevantes, chegando-se a integração dessas análises (SILVA; SANTOS, 2004; HAESBAERT, 2014). Nos trabalhos de zoneamento é salientada a importância para a seleção de características ambientais mapeáveis, juntamente com medidas quantitativas que agrupem ou expressem as múltiplas interações desses espaços (MAGNUSSON, 1999; PABLO, 2000). A finalidade desse método seria a apresentação agrupada das unidades, permitindo o estudo integrado e o desenvolvimento de atividades para prevenir e remediar as anomalias em foco.

Corroborando com a abordagem epidemiológica, o objetivo deste trabalho é gerar um zoneamento das áreas com maior predisposição para infestação larvária pelo mosquito *Aedes aegypti*, através do Índice Breteau (MS, 2018), nos anos 2015, 2016 e 2017 na cidade Montes Claros-MG. A partir dessa região funcional, testar a associação entre a ocorrência desse vetor de enfermidades com a temperatura de superfície estimada em três épocas. Os resultados poderão contribuir com a discussão dos dilemas que acometem as populações afetadas, na perspectiva da geografia da saúde social e qualidade urbana.

---

---

## II. MATERIAIS E MÉTODOS

### Área de estudo

Localizada ao Norte do estado de Minas Gerais, porção centro-leste do município, a cidade de Montes Claros é composta atualmente por área equivalente a 92.000 km<sup>2</sup> (SEPLAN, 2009). A altitude média é de 660 metros, sobretudo na região central da cidade; os locais de maior elevação (900m) estão situados na direção sul (sudeste) e os de menor elevação (600m) posicionam-se ao norte (noroeste). O terreno, em geral, é pouco abrupto (declividade média em torno de 2,35°), as porções com maiores desníveis estão a oeste e sul da área urbana (INPE, 2018). As áreas com maior cobertura por vegetações naturais, ou não urbanizadas, compõem em torno de 19% do terreno e estão situadas nas porções nordeste e sudoeste da cidade (FONSECA; BRAZ, 2010; MOREIRA; FERNANDES; NERY, 2014).

As características edafoclimáticas e fitogeográficas da região montesclarensense são peculiares, tendo em vista que tal espaço se encontra numa área de transição generalizada entre os climas semiúmido e semiárido, com fitofisionomias variando do cerrado a caatinga. Desse modo, especificamente, o clima da região fica entre o Tropical Subúmido Úmido e o Subúmido Seco, com épocas de chuvas concentradas a partir de outubro a março. O período mais seco acontece entre junho e agosto (SOUZA *et al.*, 2018).

A cidade apresenta cento e trinta e seis bairros (136), de acordo com a base cartográfica (Figura 1) fornecida pela Secretaria Municipal de Planejamento e Coordenação (SEPLAN, 2009). A população estimada para o ano de 2017 é de 402.027 pessoas; a densidade demográfica é superior a 101,41 hab/km<sup>2</sup>. A renda média do trabalhador é de 2,2 salários mínimos, correspondente a 26% da população que se encontra ocupada; o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) é de 0,77 – o décimo oitavo (18º) de Minas Gerais (IBGE, 2017).

---

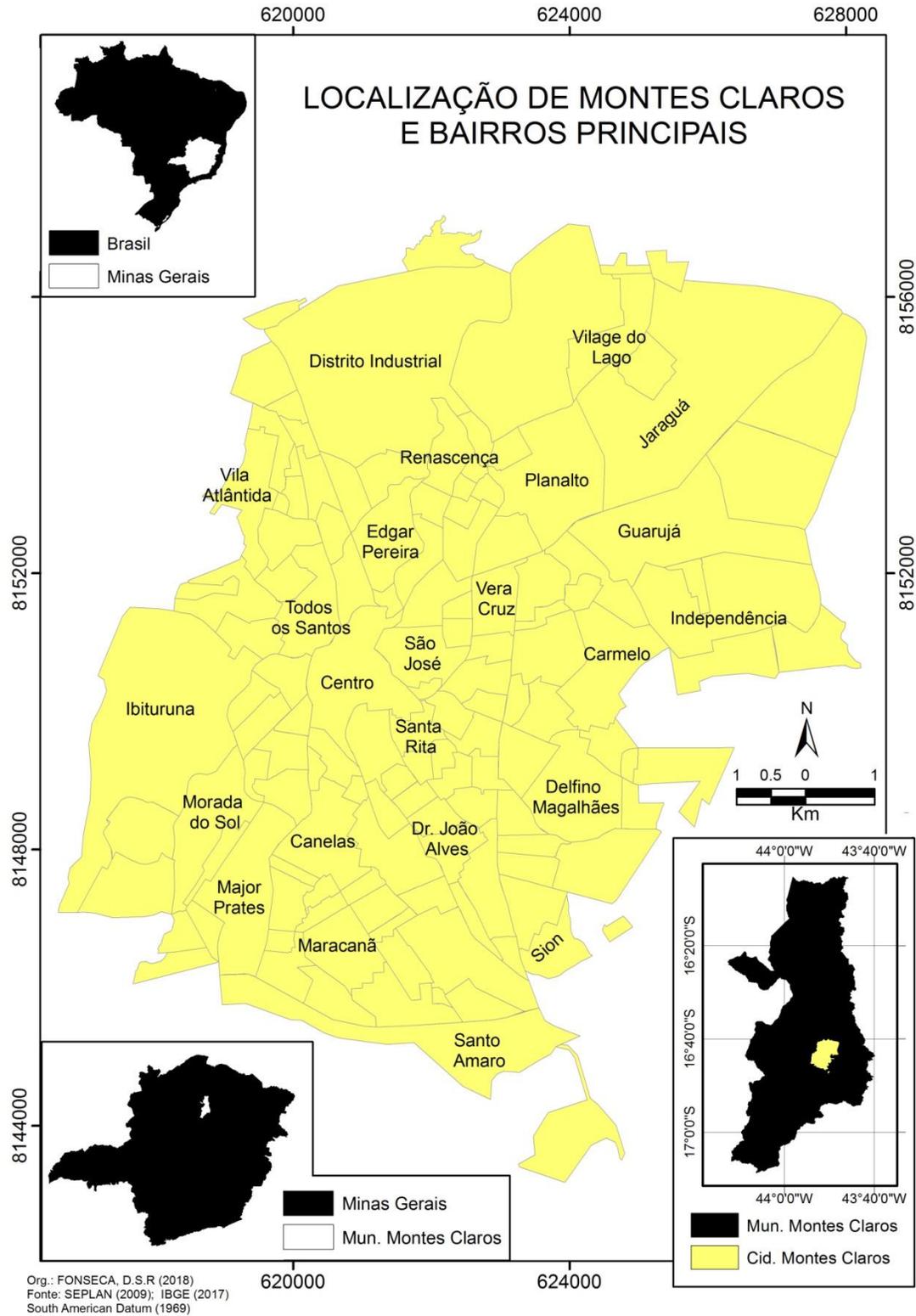


Figura1 - Bairros de Montes Claros e sua localização. Org.: do autor, 2018.

## Base de dados

Os dados para realização do trabalho foram adquiridos junto ao Centro de Controle de Zoonoses (CCZ, 2017), os quais se referem ao Índice Breteau dos bairros de Montes Claros-MG, nos anos 2015, 2016 e 2017, sendo esses referentes aos meses de janeiro, março e outubro. Tal índice tem sido usado como referência para os diagnósticos de infestação larvária pelo mosquito *Aedes aegypti* e sua mensuração tem sido feita por meio de uma amostra probabilística dos imóveis (20% de cada bairro) da área urbana. O delineamento amostral é feito por conglomerados, levando em consideração o quarteirão como unidade primária e o imóvel como unidade secundária (MS, 2013). O Índice Breteau leva em conta a relação entre o número de recipientes positivos e o número de imóveis pesquisados, como mostra a seguinte equação:

$$IB = \frac{\text{recipientes positivos}}{\text{imóveis pesquisados}} * 100$$

A base cartográfica, em formato vetorial com o perímetro dos bairros de Montes Claros, foi adquirida junto à Secretaria de Planejamento (SEPLAN, 2009). Imagens do satélite Landsat-8 foram baixadas do *United States Geological Survey* (USGS, 2017), órbita-ponto 218-072. Estas foram obtidas tendo como referência os seguintes dias: 07/10/2017; 20/10/2016 e 02/10/2015. Tais imagens cobrem área equivalente a 180 km<sup>2</sup>. A escolha das datas teve como critério os meses de coleta de dados realizada pelo CCZ (2017) e a menor ocorrência de nuvens nas cenas dos meses de outubro. Em outras datas, para os anos em perspectiva, a intensa cobertura por nuvens presente nas imagens dificultaria o prosseguimento deste estudo.

## Procedimentos operacionais

A primeira etapa do trabalho consistiu na organização dos dados cedidos pelo CCZ (2017), disponíveis para os meses de janeiro, março e outubro dos anos 2015, 2016 e 2017. Esses arquivos, originalmente em formato de texto, precisavam ser transcritos para planilha digital de edição numérica com finalidade da realização das análises espaciais e estatísticas. Em seguida, devido à incompatibilidade entre o material cartográfico adquirido junto à SEPLAN (2009) contendo 136 bairros, e os dados do Centro de Controle de Zoonoses com 186 divisões intraurbanas, este último conjunto foi padronizado conforme a primeira base de dados. Nessa etapa foram feitas consultas ao CCZ (2017) para a localização das correspondentes áreas.

A base cartográfica em formato DXF foi convertida para o formato *shapefile*, por meio do aplicativo computacional ArcGIS, versão 10.2, e cada perímetro dos bairros foi alterado para polígono, em seguida atribuindo a esse arquivo os valores relativos ao Índice Breteau. Geraram-se mapas temáticos com classes editadas pelo recurso do *software* – *Natural Breaks*, para geração dos mapas com os índices de infestação larvária dos anos, tematicamente por bairros. O uso do *Natural Breaks* se deveu a melhor capacidade de representação dos fenômenos presentes (Figuras 2, 3 e 4) em relação aos outros métodos de representação temática, o qual foi decidido por tentativa e erro, conforme a interpretação do usuário.

Utilizando a extensão *Spatial Statistic Tools*, foram realizados os mapeamentos dos *clusters* por ano (2015, 2016 e 2017), com uso do Índice de Moran, o qual foi capaz de medir a intensidade da autocorrelação espacial considerando uma dada área e seus vizinhos adjacentes (CAMPOS; MACEDO, 2014). Pelo método, avaliou-se a distribuição espacial e identificaram-se padrões da dependência, medindo-se o quanto o valor observado no atributo foi dependente em relação aos valores dessa mesma variável nas localizações vizinhas, no caso, o índice de infestação larvária local do *A. aegypti* (FONSECA; VASCONCELOS, 2011). Com esse propósito, empregou-se o raio com distância fixa em 5.000 metros. A partir da definição das áreas com maior e menor interdependência espacial na ocorrência do mosquito *Aedes*, tal como poderá ser visto na Figura 5 (ALMEIDA *et al.*, 2009). Sucessivamente providenciou-se a reclassificação dos materiais cartográficos (extensão contida no *Spatial Analyst Tools - reclassify*), impondo-lhes pesos conforme as camadas das legendas hierárquicas, sendo eles: *high-high* (peso 100); *high-low* (peso 80); *low-high* (peso 40); e *low-low* (peso 20).

Em seguida a tais etapas, foi extraída a média, álgebra de mapas (por meio da extensão *raster calculator*), conforme o valor atribuído anteriormente aos *pixels*. O resultado obtido foi o zoneamento da cidade a partir da interação por vizinhança dos bairros, tal como poderá ser visualizado na Figura 6, naqueles que foram recorrentes ao longo do período analisado. Este último modelo é resumido através da álgebra de mapas estruturada conforme orienta Anselin (1999):

$$A_{ij} = \sum_{K=1}^n (P_k * N_k)$$

Onde:

$A_{ij}$  = É a posição do *pixel* na respectiva camada para análise da matriz;

$n$  = quantidade de camadas e variáveis combinadas;

$P_k$  = peso atribuído para a camada da variável “k” no conjunto;

$N_k$  = valores impostos pelo operador conforme o nível de importância dos componentes para as legendas (variável “k”) e com a hierarquia dos valores representados no material cartográfico final.

Ainda nos procedimentos para aquisição dos materiais necessários, foram manipuladas as cenas do satélite Landsat-8, nas bandas 11 e 10 (termal); e 5 e 4 (infravermelho próximo e vermelho), por meio do *raster calculator* (ArcGIS), conforme orientação do serviço geológico dos Estados Unidos (USGS, 2018). Esta etapa foi indispensável tendo como finalidade o teste, posteriormente, da associação entre infestação larvária e o comportamento da temperatura de superfície (TS), tal como visto em Souza; Silva (2005). Inicialmente, converteu-se o valor do número digital para valores de radiância, com uso dos metadados baixados com as imagens, observando a fórmula:

$$L\lambda = MLQ_{cal} + AL$$

Onde:

$L\lambda$  = Radiância espectral do topo da atmosfera (Watts/( m<sup>2</sup> \* srad \*  $\mu$ m));

$ML$  = banda específica, multiplicada pelo fator de reescalonamento, contido nos metadados (RADIANCE\_MULT\_BAND\_x, onde x é o número correspondente à banda);

$AL$  = banda específica, adicionada com o fator de reescalonamento contido nos metadados (RADIANCE\_ADD\_BAND\_x, onde x é o número correspondente à banda);

$Q_{cal}$  = valores calibrados relativos ao pixel (DN) do produto padrão.

Em seguida, fez-se a conversão para temperatura de topo da atmosfera (Kelvin), a qual é obtida por meio da equação:

$$T = \frac{K_2}{\ln \frac{K_1}{L\lambda + 1}}$$

Onde:

$T$  = Temperatura do topo da atmosfera (K);

$L\lambda$  = radiância espectral (Watts/( m<sup>2</sup> \* srad \*  $\mu$ m));

$K1$  = banda termal específica pela constante, a partir dos metadados ( $K1\_CONSTANT\_BAND\_x$ , onde  $x$  é o valor da respectiva banda);

$K2$  = banda termal específica pela constante, a partir dos metadados ( $K2\_CONSTANT\_BAND\_x$ , onde  $x$  é o valor da respectiva banda).

E, posteriormente, foi gerada a temperatura da superfície estimada (TS), em graus Celsius, por meio da aplicação da equação:

$$\frac{TS}{1 + w * \left(\frac{TS}{p}\right) * \ln(e)}$$

Onde:

$TS$  = Temperatura a partir do satélite;

$w$  = comprimento de onda da radiação emitida ( $11.5 \mu m$ );

$p = h * c/s$  ( $1.438 * 10^{-2} m K$ );

$h$  = constante de Planck ( $6.626 * 10^{-34} Js$ );

$c$  = velocidade da luz ( $2.998 * 10^8 m/s$ );

$p = 14380$ ;

$e = (0.004 P_v + 0.986)$ ;

em que:

$P_v$  = proporção de vegetação  $(NDVI - NDVI_{min} / NDVI_{max} - NDVI_{min})^2$ .

As operações retro-explicadas para obtenção da TS foram feitas com as bandas 10 e 11 do satélite Landsat-8, as quais demonstraram valores de temperaturas ligeiramente diferentes para o mesmo local, devido à resposta específica de cada um dos sensores do satélite Landsat. Seguidamente, para ajuste, foi realizado o cálculo da média (por *pixel*) entre essas camadas de cada ano, por meio do *Cell Statistics*, ferramenta do ArcGIS. É necessário salientar que as temperaturas de superfície estimadas condizem com o horário da geração das cenas, que ocorre aproximadamente às 10h e 30min. As temperaturas estimadas nas respectivas datas na latitude  $-16^{\circ}.68' S$ ; e longitude:  $-43^{\circ}.83' W$  – foram certificadas com os dados de temperatura da série histórica da estação: 83437 de Montes Claros-MG (INMET, 2018), as quais puderam ser consideradas similares. Os materiais gerados foram recortados a fim de se obter as zonas de calor com as temperaturas mínimas, máximas, médias e os desvios-padrão, condizentes aos determinados bairros da cidade de Montes Claros.

A partir da disposição dos dados gerados, estes foram salvos em tabela digital para realização dos testes estatísticos, no *software* Bioestat, versão 5.0 (AYRES, 2007), pelo qual, com todos os bairros, foi feita a análise descritiva e o teste de hipóteses - Anova seguida pelo teste de Tukey. Posteriormente, nas áreas com autocorrelação espacial, foram cruzadas as variáveis, a princípio pelo método Stepwise progressivo, o qual providenciou a eliminação dos fatores que enfraqueceram o poder explicativo do coeficiente de determinação ( $R^2$ ). Em seguida, houve o exame da regressão linear múltipla. Este método regressivo é indicado quando a análise exige modelos com maior complexidade em relação ao desempenho associativo com apenas duas variáveis (AYRES, 2007; BRACAENSE; GUIMARÃES, 2008; ALMEIDA *et al.*, 2009; MARTINS, 2010).

### III.RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados referentes ao Índice Breteau sobre a infestação larvária pelo mosquito *Aedes aegypti* nos bairros da cidade Montes Claros, anos: 2017, 2016 e 2015, apresentaram as correspondentes médias: 5,4, 4,5 e 4,3% - sendo o ano 2017 e o 2015 significativamente diferentes ( $p < 0.05$ ), e a relação entre os demais consideradas iguais, conforme o teste de hipóteses e diferença de médias empregado. Os valores apresentaram elevada variabilidade, aqueles com maior dispersão são os do ano 2015, coeficiente de variação igual a 98,4%; e os de menor dispersão são os do ano 2016, coeficiente de variação igual a 65,1%; tal como pode ser verificado na Tabela 1.

Tabela 1 - Estatística descritiva dos dados referentes aos Índices Breteaus dos anos 2017, 2016 e 2015, sobre infestação larvária pelo mosquito *Aedes aegypti* na cidade Montes Claros-MG.

	2017	2016	2015
Amostra	136	136	136
Valor mínimo	0	0	0
Valor máximo	18.5	15.5	29.5
Mediana	4.9	4.2	3.3
1º quartil	3.0	2.7	1.7
3º quartil	7.1	6.0	6.4
Média	5.4	4.5	4.3
Desvio-padrão	3.7	2.9	4.2
Coef. Var. (%)	68.6	65.1	98.4

Fonte: dados do CCZ (2017). Org.: do autor, 2018.

A elevada dispersão nos dados referentes ao ano 2015 pode ser notada ao ser observada a Figura 2, na qual a representação espacial do Índice Breteau encontra-se acima de 12,8% em pontos distintos da cidade,



2015, o ano 2016 apresentou maior quantidade de bairros agrupados na classe em tons de vermelho intenso, os quais foram aqueles de maior infestação larvária, tal como pode ser observado na Figura 3.

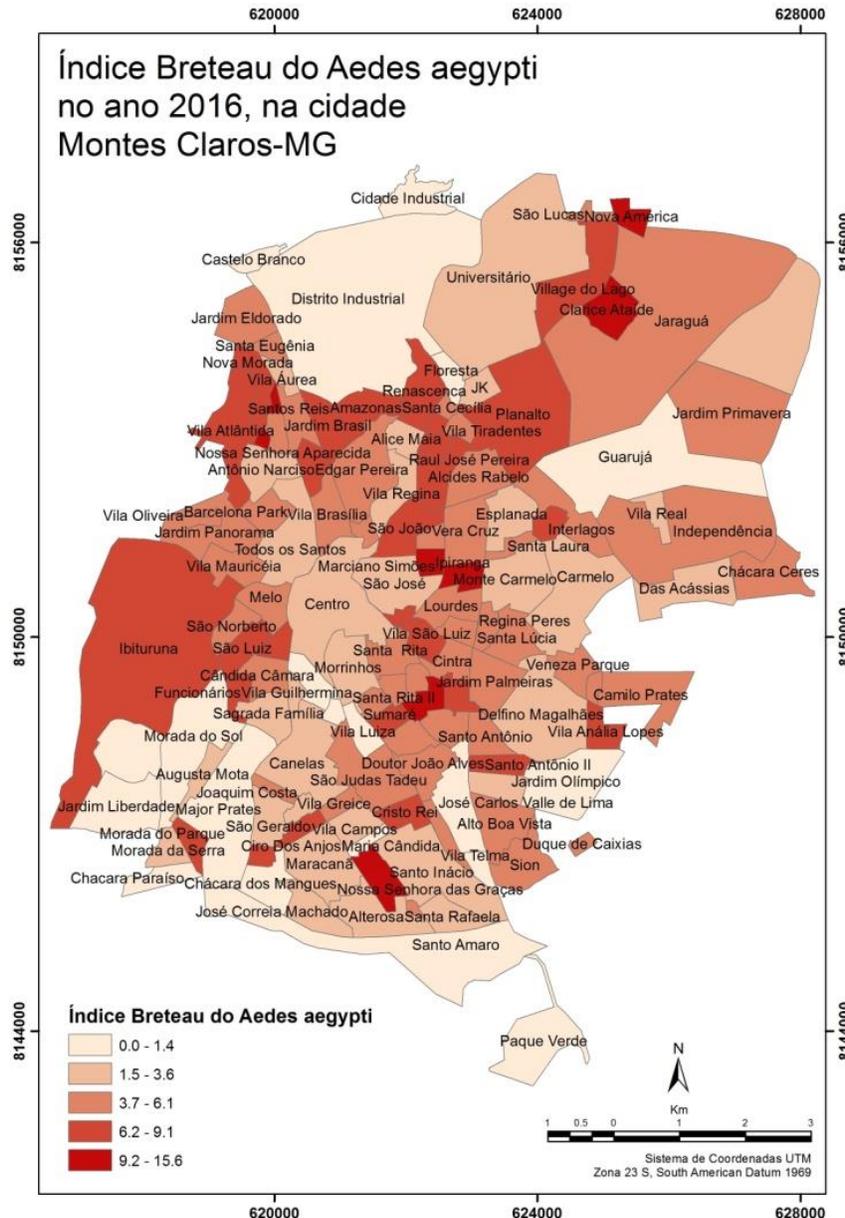


Figura 3 - Distribuição espacial do Índice Breteau do *Aedes aegypti* (%) nos bairros da cidade Montes Claros, no ano 2016. Fonte: SEPLAN (2009); CCZ (2017). Org.: do autor, 2018.

Em 2017 são notadas áreas com valores superiores a 11,7% do índice de infestação larvária em bairros como: Clarice Ataíde, região norte; Santa Rita II e Sumaré, na região leste da cidade. Áreas com o índice superior a 7,1% estiveram nos seguintes locais: Floresta, região norte; Independência, região leste; Sion e no

Ibituruna. A partir da interpretação dos materiais cartográficos dos três anos em análise, Figura 4 a seguir, pode ser verificada a tendência dos valores mais elevados do Índice Breteau na porção central da cidade, no entanto, essa distribuição é altamente dispersa.

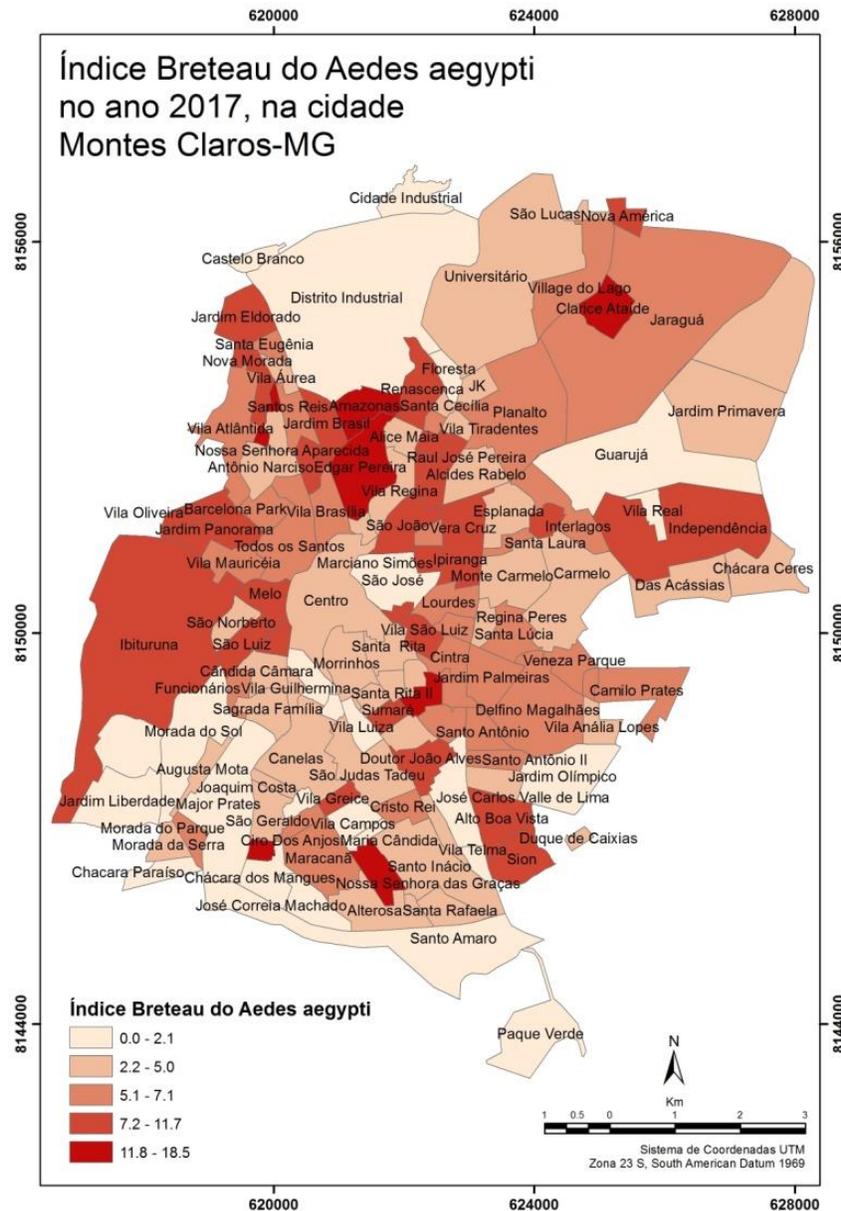


Figura 4 - Distribuição espacial do Índice Breteau do *Aedes aegypti* (%) nos bairros da cidade Montes Claros, no ano 2017. Fonte: SEPLAN (2009); CCZ (2017). Org.: do autor, 2018.

Quanto à heterogeneidade espacial, vista nas Figuras 2, 3 e 4, estas podem ter sua compreensão expandida através da identificação dos agrupamentos de aglomerados espacialmente autocorrelacionados, ao

ser aplicado o Índice de Moran como critério técnico-científico (ANSELIN, 2005). A Figura 5 apresenta a utilização desse recurso ao longo dos anos 2015 a 2017 na cidade Montes Claros, onde é verificada a maior concentração das áreas com *clusters* na classe “*High-High*”, sobretudo em torno dos bairros: Ipiranga, Marciano Simões e Edgar Pereira. Estes bairros encontram-se acompanhados de locais com altas taxas de infestação pelo *Aedes aegypti*. Lugares com discrepância às maiores taxas, mas adjacentes a esses *clusters*, são vistos na classe “*Righ-Low Outlier*”. Os *clusters* das áreas com muito baixa taxa (classe *Low-Low*) estão, em geral, ao sul do perímetro urbano, tratando-se daqueles em torno dos bairros: Santo Amaro e Chácaras Paraíso. Estes apresentam, nas adjacências, outros bairros classificados como de muito baixa incidência larvária. Lugares com discrepância às menores taxas, mas adjacentes a esses *clusters*, são vistos na classe “*Low-Righ Outlier*”. Áreas em que não houve autocorrelação espacial (não significativas) podem ser observadas no triênio analisado. O Índice Global de Moran ficou superior a 0,70 nos três anos mostrados, indicando alta correlação espacial por vizinhança (CAMPOS; MACEDO, 2014).

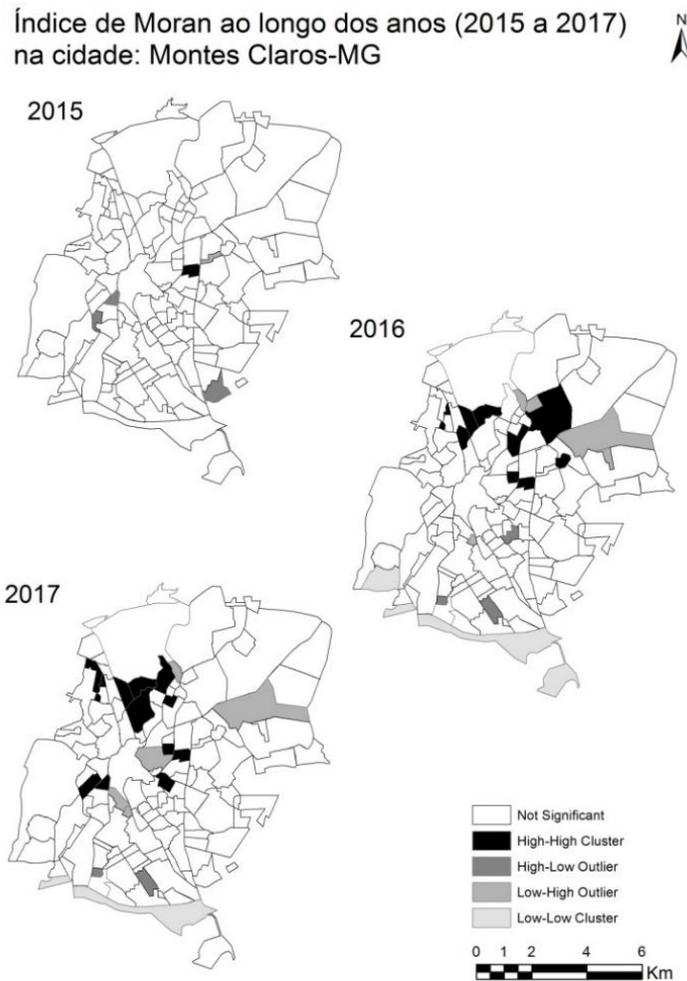


Figura 5 - Mapa de *clusters*, pelo Índice de Moran, onde ocorre os aglomerados espacialmente autocorrelacionados pelo Índice Breteau do *Aedes aegypti*, na cidade Montes Claros-MG nos anos 2015, 2016 e 2017. Fonte: SEPLAN (2009); CCZ (2017). Org.: do autor, 2018.

Em busca do zoneamento das áreas críticas, sob a maior infestação larvária do mosquito *Aedes aegypti* nos três anos analisados, providenciou-se a álgebra entre mapas (ANSELIN, 1999). Por meio da Figura 6 a seguir, são observados os agrupamentos, de forma hierárquica, dos locais com muito alta (em vermelho-intenso) infestação e autocorrelação espacial, bairro Ipiranga; sucedido daqueles com alta ocorrência de larvas (em vermelho), bairro Bela Paisagem, Bela Vista, Amazonas, Edgar Pereira, Marciano Simões, Chiquinho Guimarães e Nossa Senhora das Graças. Com baixa ocorrência larvária (em amarelo) estão os bairros: Floresta, Renascença, Planalto, Guarujá, Santa Laura, Vila São Luiz, São Luiz e o Santa Rita II; e os de muito baixa autocorrelação espacial (amarelo-pastel), nas adjacências do bairro Santo Amaro. Essa região do sítio urbano,

a seguir, seria aquela que tem influenciado a infestação larvária do *A. aegypti* para os demais espaços da cidade.

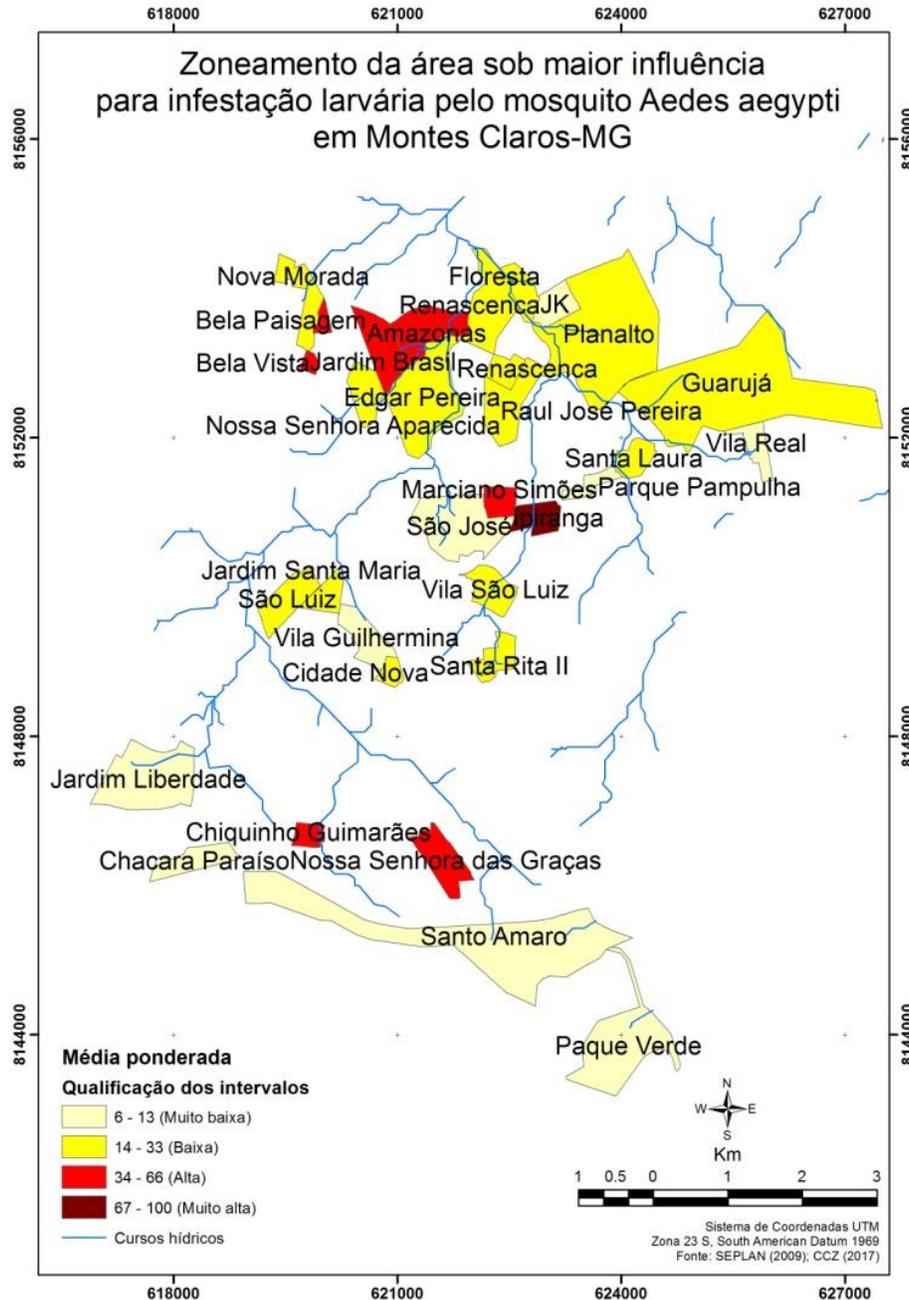


Figura 6 - Zoneamento da cidade de Montes Claros, sob a perspectiva da maior infestação pelo mosquito *Aedes aegypti*. Fonte: SEPLAN (2009); CCZ (2017). Org.: do autor, 2018.

Os limites dos bairros da cidade são controversos e geram conflitos inclusive entre os órgãos integrantes da prefeitura municipal, tais como o Centro de Controle de Zoonoses e a Secretaria de Planejamento Urbano. Tal delimitação, a qual na maior parte dos casos, não tem como prerrogativa os acidentes geográficos desse espaço habitado, dificulta as análises pontuais em maior escala. Sem rigor com o ambiente natural, essas demarcações não apresentariam correspondência com o movimento realizado pelo mosquito em estudo. Em busca da melhor análise, foram tomados os locais autocorrelacionados, mostrados na Figura 6, como área de pesquisa, tendo em vista que, pelo método, identificaram-se as zonas mais propensas à ocorrência do inseto *Aedes*. A partir de tal modelo, restringiu-se o universo amostral de cento e trinta e seis (136) bairros para trinta e um (31).

Outro fator verificado foi referente à temperatura de superfície<sup>1</sup> desses bairros, providenciada por meio de imagens Landsat-8, dos anos 2015, 2016 e 2017, em seus respectivos meses de outubro. A análise da Figura 7, a qual representa as médias obtidas nesses três anos, permite verificar a existência de certo padrão em relação às temperaturas nas épocas representadas. Dessa forma, obtiveram-se as áreas da cidade com médias amenas e aqueles locais com picos de temperatura elevadas. Genericamente, a temperatura média registrada foi de 32,2°C. As áreas que se apresentaram mais quentes, dentre alguns exemplos em vermelho intenso, estão situadas entorno do Jardim Olímpico (34,4°C - região Leste); Planalto (33,3°C – região Norte); e Santo Amaro (33°C – região Sul). Quanto às zonas com temperaturas mais amenas, em tons de azul, estão posicionadas, sobretudo, no sudoeste, norte e nordeste de Montes Claros, como é o caso dos bairros: Morada da Serra (27,6°C); Distrito Industrial (28,6°C); e o Interlagos (29,8°C).

---

<sup>1</sup> As temperaturas de superfície visualizadas através das ilhas de calor nos mapas deste estudo são referentes ao calor latente no solo, em graus Celsius, no momento da obtenção da imagem pelo satélite trabalhado. Diferenças entre a temperatura do ar e a do solo são esperadas em situações normais (COELHO; CORREA, 2013).

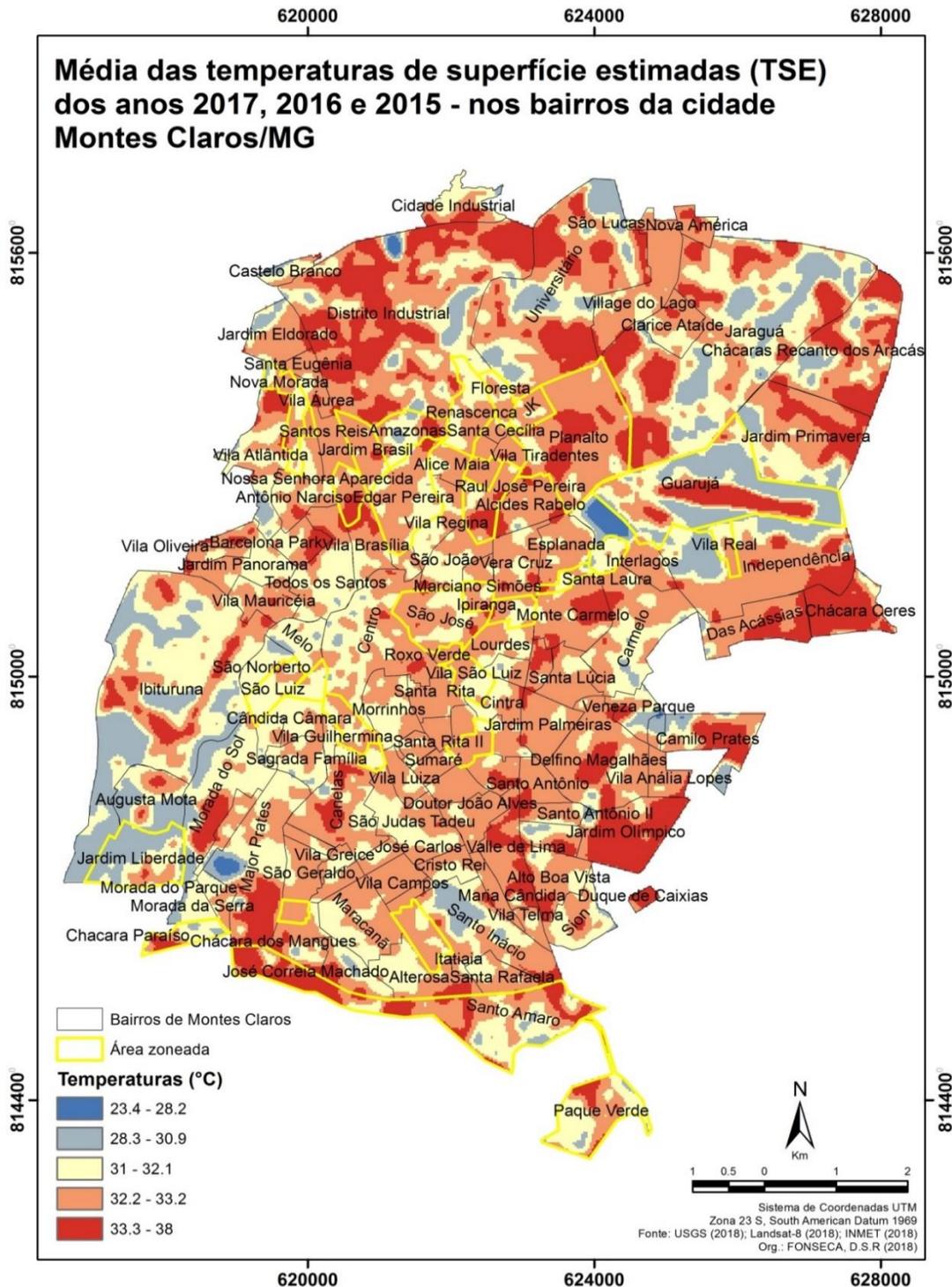


Figura 7 – Média das temperaturas de superfície estimadas (°C), dos anos 2015, 2016 e 2017 – nos respectivos meses de outubro, na cidade Montes Claros e nas áreas de maior predisposição para infestação larvária pelo *Aedes aegypti*. Fonte: SEPLAN (2009); CCZ (2017); USGS (2018). Org.: do autor, 2018.

Especificamente a partir da delimitação das zonas críticas, nas quais tem havido maior infestação e interação do mosquito para outros lugares, os locais “frios” e aqueles com maior temperatura se mantiveram entre os anos 2015 a 2017, sobretudo nos bairros: Ibituruna, Morada do Sol, Santo Inácio e Jaraguá (consulte a Figura 6, se necessário). Pequenas variações são notadas, possivelmente, em decorrência do efeito das nuvens no momento do sensoriamento das imagens; pela variação da umidade relativa do ar ao longo das épocas em análise, e, ainda, pode ser alterada a temperatura devido ao comportamento radiativo e de refletância dos materiais usados nas áreas edificadas (MONTEIRO; MENDONÇA, 2003; CASTRO *et al.*, 2010). As temperaturas de superfície estimadas ficaram entre 28,4 e 38,8°C em 2015; entre 25,2 e 33,6°C em 2016; e entre 29,1 e 37,8°C em 2017, tal como pode ser visualizado na Figura 8.

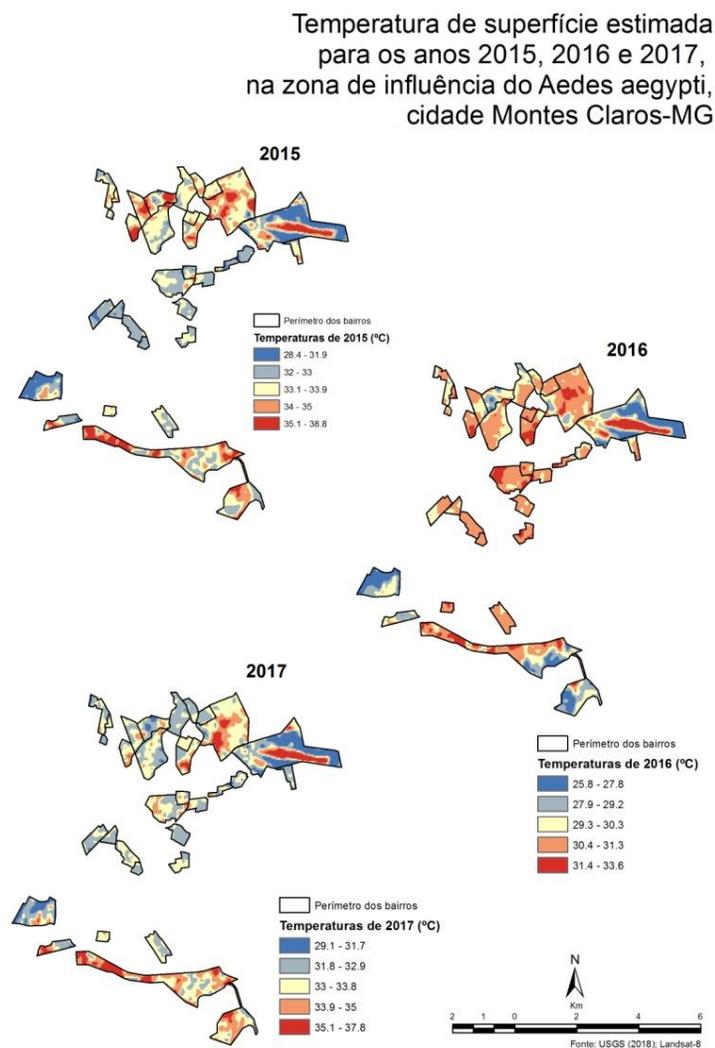


Figura 8 - Temperaturas de superfície (°C) dos anos 2015, 2016 e 2017 – nos meses de outubro, nas áreas de maior predisposição para infestação larvária pelo *Aedes aegypti*. Fonte: SEPLAN (2009); CCZ (2017); USGS (2018). Org.: do autor, 2018.

Após a geração dos dados referentes às temperaturas de superfície, foram selecionadas, pelo método Stepwise progressivo, as variáveis preditivas com maior potencial associativo com a dependente - o Índice Breteau de 2017. Aquelas que apresentaram as maiores variações (49 e 31%) sobre o índice de determinação entre as variáveis hipoteticamente previsoras foram: o Índice Breteau de 2016 ( $p < 0,001$ ) e a temperatura de superfície ( $p < 0,04$ ). Estes se apresentaram como os elementos de maior peso explicativo entre o conjunto de dados para a infestação larvária ocorrida no ano de 2017. A regressão linear múltipla teve como resposta o alto poder explicativo ( $p < 0,01$  e  $R^2 = 0,814$ ) do modelo, tal como pode ser observado na Tabela 2.

Tabela 2 - Modelo de regressão linear múltipla usado para predição da variável dependente, o Índice Breteau do *Aedes aegypti* do ano 2017, com as variáveis independentes: Índice Breteau do *Aedes aegypti* dos anos 2016 e 2015; área edificada ( $m^2$ ); altitude máxima e declividade média; temperatura de superfície dos anos 2017, 2016 e 2015.

	R	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> ajustado	P valor
	0.902	0.814	0.776	0.0001
Variável dependente	Coefficiente	t	p	
Índice Breteau 2017	Interseção	12.296	0.8007	0.428
	Variáveis independentes			
	Breteau 2016	1.087	11.502	0.0001
	Temp. sup. 2017	0.809	2.161	0.036

Fonte: dados do CCZ (2017); USGS (2018). Org.: do autor, 2018.

A interação dos fatores mostrados na Tabela 2 evidencia que é preciso observar a alteração do microclima local no processo de urbanização e impermeabilização do solo, mitigando a ocorrência das ilhas de calor, as quais refletem na temperatura de superfície local. Nesse viés, os resultados demonstram a relação entre tempo e características do espaço habitado para as maiores taxas do *A. aegypti*, tendo em vista que a infestação larvária verificada no ano de 2016 corroborou para os índices similares do ano 2017, sobretudo nas regiões de Montes Claros com as maiores temperaturas, vistas na área da cidade delimitada neste estudo. Essa resposta tardia do Índice Breteau e sua influência futura nos processos de saúde-adoecimento são esperadas e foi discutido por TEIXEIRA; CRUZ, 2011; BOWMAN *et al.*, 2014.

Variáveis climáticas são absolutamente necessárias nos trabalhos geográficos que procuram a interação holística dos fatos. E tais análises devem convergir para a síntese de tendência universal (HISSA,

2002). Os surtos epidêmicos causados pelo inseto em discussão, por exemplo, têm relações mais intrínsecas aos ambientes trabalhados nas grandes escalas geográficas, e associações em escalas reduzidas costumam ser demasiadamente complexas (FONSECA; GARCIA, 2017).

Nessa perspectiva, tal como argumentado por Monteiro (1992), o homem hodierno para não conviver no caos das cidades, precisa remodelar-se, redescobrir o novo naquilo que ficou “antigo”, diante do ainda atual crescimento demográfico e da tendência à expansão urbana quase desordenada. Ao observar isso, nas cidades deve haver um planejamento racional do uso dos materiais nas edificações, pois vários deles (vidro, concreto e metal) contribuem para o aparecimento das ilhas de calor, porque modificam os parâmetros naturais do ambiente, como, por exemplo, o albedo, tendo em vista que a superfície do solo passa a reter menor quantidade de energia, aumentando a refletância. Sabe-se que, quanto maior é o volume de energia armazenada, maior é o equilíbrio térmico, notado especialmente nas paisagens menos alteradas (MONTEIRO; MENDONÇA, 2003).

A infestação larvária pelo mosquito *Aedes* está condicionada a fatores hidroclimáticos, sendo este inseto pouco resistente a temperaturas inferiores a 5°C, mas muito propício às regiões e épocas com médias em torno dos 26°C, tal como o sítio urbano em exame, sobretudo na primavera-verão, época com a pluviosidade e temperaturas altas (OLIVEIRA, 2004; AJUZ; VESTENA, 2014; ALMEIDA; CASTRO, 2018). Essas repercussões do clima sobre a saúde física e psicossocial da população demandam novamente atenção, porque tem se observado a reincidência de epidemias (SALES *et al.*, 2018). Além das condições climáticas contribuírem nesse viés, o saneamento básico, com a coleta adequada do lixo, influi demasiadamente (RIZZI *et al.*, 2017). Portanto, o presente problema não está ligado apenas à higienização dos espaços internos das residências, tal como é propagado pela mídia, mas também, ao planejamento organizacional das cidades e ao comprometimento dos gestores públicos com a limpeza e organização urbana.

Em Montes Claros há a predominância da alta densidade construtiva associada à renda baixa da população, a qual ocupa cerca de 70% desse território, espalhada de forma predominantemente heterogênea. Aqueles com renda alta estão situados na direção centro-oeste do perímetro urbano (FONSECA; BRAZ, 2010; LEITE; BRITO, 2011). Tais premissas indicam, conforme os resultados deste trabalho para os anos estudados, não haver relação direta entre a densidade construtiva e a maior proliferação do vetor *Aedes aegypti*, tendo em vista a carência de áreas verdes (de maior permeabilidade pela água) e a infraestrutura precária quase generalizada na cidade (IBGE, 2017; BORTOLO *et al.*, 2018).

O descaso com os ambientes públicos tornou-se “normal” atualmente por conta do modelo de desenvolvimento em vigor, em que o espaço foi transformado numa mercadoria, sujeita à especulação. Em consequência, esses lugares têm apresentado violentas metamorfoses, onde os projetos impõem, por exemplo, um padrão estético homogêneo, predominando o concreto e o vidro para criar a imagem de “moderno” sobre os edificadados que alteram a paisagem (CARLOS, 2018). E o Estado, que deveria intervir nesse planejamento em favor do bem estar da população, atua no poder local junto ao capital financeiro especulativo (SAMPAIO, 2018). Por que os planos diretores das cidades, com seus urbanistas, não têm atendido às demandas sociais, apesar de toda sua pretensão e conhecimento técnico?

Essa contradição aludida é fundamentada na ausência e insuficiência de controle. A ciência moderna se pauta no controle, por meio do método, pelos limites do espaço, pelo rigor. Nesse sentido, os interesses financeiros devem ser contrapostos pelo pensamento sistematizado (HISSA, 2002). Os cidadãos, conscientes da necessidade de se promover a segurança da saúde coletiva, precisam levar em consideração a não existência, atualmente, de um medicamento eficiente para imunização da população contra as doenças transmitidas pelo *Aedes aegypti*. Sendo assim, a melhor estratégia para o combate ao vetor de enfermidades é conhecendo o espaço no qual ele melhor se adapta. Isto se promove por meio da pesquisa relacionada a condicionantes distintas, envolvendo a natureza, a sociedade e mediadas pelo trabalho que foi exercido nos ambientes estudados (SANTOS, 1998).

Quanto aos materiais utilizados para realização deste estudo, apesar de muito utilizado em pesquisas entomológicas, o Índice Breteau, para avaliação do nível de infestação larvária, deve ser usado com ponderação devido ao seu caráter amostral para geração dos dados, os quais têm direta relação com as épocas das auditorias no campo pesquisado e a pluviosidade ocorrente no período (BOWMAN *et al.*, 2014). Essa relação entre chuva e maior propagação larvária do mosquito *Aedes* não está estritamente condicionada ao maior número de adoecidos por região geográfica (TEIXEIRA; CRUZ, 2011). Na verdade, existe a carência de maiores estudos relacionados à quantificação dos mosquitos e o grau de transmissibilidade das doenças por ele propagadas. O mais recomendado é a não generalização dos parâmetros, os quais devem estar adequados às peculiaridades contidas nas escalas mais detalhadas dos ambientes. Por esse motivo o zoneamento da cidade, conforme as maiores taxas do Índice Breteau, foi produtiva para realização deste estudo.

#### IV. CONCLUSÕES

A geração do zoneamento da cidade, o qual delimitou os lugares com maior infestação larvária ao longo do período trabalhado, mostrou-se eficiente dentro da metodologia utilizada, tendo em vista que apontou o bairro Ipiranga, sucedido pelos: Bela Paisagem, Bela Vista, Amazonas, Edgar Pereira, Marciano Simões, Chiquinho Guimarães e Nossa Senhora das Graças; como aqueles onde tem havido maior interação espacial para a disseminação do mosquito *Aedes aegypti* na cidade Montes Claros.

Ao manipular os dados fornecidos pelo Centro de Controle de Zoonoses com a base cartográfica da Secretaria de Planejamento e Coordenação, sendo estas, secretarias da prefeitura municipal da cidade de Montes Claros, é notado que ainda há certa desorganização fatídica na comunicação entre os setores do serviço público. Essa realidade dificulta o acesso e o manuseio de dados, podendo gerar eventuais erros topológicos. Essa realidade é preocupante devido ao fato da robustez dos dados serem imprescindíveis para maior facilidade na geração de informações mais corretas e interessantes à coletividade, tais como a localização precisa dos locais mais infestados pelo vetor de doenças investigado.

A partir da área identificada e delimitada, verificou-se em meio aos seus respectivos bairros, que a correspondência entre a infestação larvária do ano 2016 ( $p < 0,01$ ) foi a que mais influenciou naquela apresentada no ano de 2017; sobretudo nas áreas com as temperaturas de superfície mais elevadas ( $p < 0,04$ ). Nesse modelo, a regressão linear múltipla apresentou alto poder explicativo ( $p < 0,01$  e  $R^2 = 0,814$ ). Esses resultados demonstram a relação associativa entre tempo e características do espaço habitado para as maiores taxas do *A. aegypti*, e evidenciam que é preciso observar a alteração do microclima local no processo de urbanização e impermeabilização do solo, mitigando a ocorrência das ilhas de calor.

Portanto, além do combate aos utensílios acumuladores de água parada presentes nas casas, nos lotes vagos e no comércio, é preciso um planejamento urbano no qual seja mitigada a geração das “ilhas de calor”, as quais aumentam a temperatura local interagindo na proliferação do vetor estudado, responsável pela disseminação de várias epidemias, nas pequenas e nas grandes escalas de trabalho, tal como a deste estudo.

Mesmo sabendo que a temperatura é um determinante para infestação larvária pelo *Aedes aegypti*, é necessário critério com a análise das informações, tendo em vista o caráter multifatorial para a presença desse mosquito. A incorporação de um amplo sistema geográfico de banco de dados (SGBD) e a manutenção de profissionais capacitados para trabalhar unindo dados de saúde (epidemiológicos) e a espacialização

destes, conforme sua significância estatística, certamente traria evoluções acachapantes no controle e mitigação das ameaças à saúde social.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG) pelo apoio e financiamento desta pesquisa, por meio da concessão da bolsa de doutorado. Gratidão prolongada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia, do Instituto de Geociências (IGC), da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

## V.REFERÊNCIAS

- AJUZ, L.C.; VESTENA, L. Influência da pluviosidade e temperatura ambiente na longevidade e fecundidade dos *Aedes aegypti* e *Albopictus* na cidade de Guarapuava-PR e possibilidade de superinfestação. **Revista Hygeia**, Uberlândia, n. 10, v. 18, p. 1-18, 2014.
- ALMEIDA, A.S; MEDRONHO, R.A.; VALÊNCIA, L.I.O. Análise espacial da dengue e o contexto socioeconômico no município do Rio de Janeiro, RJ. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 43, n. 4, p. 666-673, 2009.
- ALMEIDA, R. B.; CASTRO, M.B. Espacialização da dengue: indicadores socioespaciais e aspectos climáticos no processo saúde-doença. **Revista Ra'e Ga**, Curitiba, v. 45, p. 200-213, 2018.
- ALMEIDA, C, A. P.; SILVA, R. M. Análise da ocorrência dos casos de dengue e sua relação com as condições socioambientais em espaços urbanos: os casos de João Pessoa, Cabedelo e Bayeux, no Estado da Paraíba – Brasil. **Revista Hygeia**, Uberlândia, v. 14, n. 27, p. 56-79, 2018.
- ANSELIN, L. **Exploring Spatial Data with GeoDaTM: A Workbook**. University of Illinois: Urbana, 2005.
- ANSELIN, L. Interactive techniques and exploratory spatial data analysis. In.: LONGLEY, P; GOODCHILD, M; MAGUIRE, D.; RHIND, D. (eds.). **Geographical Information Systems: principles, techniques, management and applications**. New York: John Wiley & Sons, 1999. Cap. 17, p. 456-266.
- AYRES, M. **BioEstat: aplicações estatísticas nas áreas das ciências Bio-Médicas**. Belem: UFPA, 2007.
- BORTOLO, C.A; RODRIGUES, H.L.A.; BORGES, M.G. Identificação de áreas verdes urbanas a partir de imagens de satélite WORLDVIEW-II: o caso das praças na cidade de Montes Claros – MG. **Geo UERJ**, Rio de Janeiro, n. 32, p. 1-20, 2018.
- BOWMAN, L.R; RUNGE-RANZINGER, S.; MCCALL, P. J. Assessing the relationship between vector indices and dengue transmission: a systematic review of the evidence. **PLOS Neglected Tropical Diseases**, San Francisco, v. 8, n. 5, p. 1-11, 2014.
- BRACARENSE, P.A.; GUIMARÃES, U.V. **Métodos Quantitativos Aplicados a Negócios**. Curitiba: IESDE Brasil S.A, 2008.

BRAZ, C. K. R.; FONSECA, D. S. R.; AMARAL, V.B.; MIRANDA, W. A. Teste da correlação entre hipsometria e índices de ocorrência do mosquito *Aedes aegypti* na cidade de Montes Claros-MG com dados dos anos 2009 e 2010. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v. 14, n. 47, p. 199-207, 2013.

CÂMARA, F.P; THEÓPHILO, R.L.G; SANTOS, G. T; PEREIRA, S.R.F.G; CÂMARA, D. C. P. MATOS, R.R.C. Estudo retrospectivo (histórico) da dengue no Brasil: características regionais e dinâmicas. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 40, n. 2, p. 192-196, 2007.

CAMPOS, G. S; BANDEIRA, A. C.; SARDI, S. I. Zika virus outbreak, Bahia, Brazil. **Emerging Infectious Diseases**, Atlanta, v. 21 n. 10, p. 1885–1886, 2015.

CAMPOS, M. B.; MACEDO, D. R. Agrupamentos de emigração internacional no Brasil: o papel das redes sociais na formação dos espaços de emigração. **Geografia**, Londrina, v. 39, n. 2, p. 257-272, 2014.

CARLOS, A. F. A. A reprodução do espaço urbano como momento da acumulação capitalista. In: CARLOS, A. F. A (Org). **Crise urbana**. São Paulo: Editora Contexto, 2018. Cap. 2, p. 25-35.

CARVALHO, J. R. P; ASSAD, E. D.; PINTO, H. S. Interpoladores geoestatísticos na análise da distribuição espacial da precipitação anual e de sua relação com altitude. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília-DF, v. 47, n. 9, p. 1235-1242, 2012.

CASTRO, F. S; PEZZOPANE, J. E. M; CECILIO, R. A; PEZZOPANE, J. R. M; XAVIER, A. C. Avaliação do desempenho dos diferentes métodos de interpoladores para parâmetros do balanço hídrico climatológico. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 14, n. 8, p. 871–880, 2010.

CCZ, CENTRO DE CONTROLE DE ZOONOSES. Prefeitura Municipal de Montes Claros. Divisão de epidemiologia. **Guia prático do LIRAa (2015-2017)**. Montes Claros, 2017.

CHAVES, T. S. S; PELLINI, A. C. G; MASCHERETTI, M; JAHNEL, M. T; RIBEIRO, A. F; RODRIGUES, S. G; VASCONCELOS, P. F. C.; BOULOS, M. Travelers as sentinels for Chikungunya Fever, Brazil. **Emerging Infectious Diseases**, Atlanta, v. 18, n. 3, p. 529-530, 2012.

COELHO, A.L.N.; W.S.C, CORREA. Temperatura de superfície Celsius do sensor TIRS/LANDSAT-8: metodologia e aplicações. **Revista Geográfica Acadêmica**, v.7, n.1, p. 31-45, 2013.

FONSECA, D.S.R.; BRAZ, C.K.R. Investigação epidemiológica da distribuição geográfica do *Aedes aegypti* na cidade de Montes Claros com uso de geotecnologia. **Revista Brasileira de Cartografia**, Monte Carmelo, v. 62, n. 03, p. 489-503, 2010.

[FONSECA, D. S. R.](#); GARCIA, R. A. Análise exploratória entre: infectados por dengue e dados socioeconômicos, relativos a 2010, dos municípios da Região Sudeste do Brasil. **Cadernos do Leste**, Belo Horizonte, v. 17, p. 59-74, 2017.

FONSECA, F.R.; VASCONCELOS, C.H. Análise espacial das doenças relacionadas ao saneamento ambiental inadequado no Brasil. **Caderno de Saúde Coletiva**, v. 19, n. 4, p. 448-453, 2011.

HAESBAERT, R. **Regional-global: dilemas da região e regionalização na Geografia contemporânea**. 2ª Ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2014.

HISSA, C. E. V. **A mobilidade das fronteiras: inserções da geografia na crise da modernidade**. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2002.

IBGE, INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cidades** (2017). Disponível em:

<<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/montes-claros/panorama>>. Acesso: Dez. 2017.

INMET, INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **BDMEP - Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa**. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>>. Acesso em: Mai. 2018.

INPE, INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **Modelo TOPODATA** (2008). Disponível em: <<http://www.webmapit.com.br/inpe/topodata/>>. Acesso: Mar. de 2018.

JENTES, E. S.; POUMEROL, G.; GERSHMAN, M. D.; HILL, D. R.; LEMARCHAND, J.; LEWIS, R. F.; STAPLES, J. E.; TOMORI, O.; SMITH, A. W.; MONATH, T. P. The revised global yellow fever risk map and recommendations for vaccination, 2010: consensus of the Informal WHO Working Group on Geographic Risk for Yellow Fever. **The Lancet**, London v. 11, p. 622-632, 2011.

LANA, R.M; MORAIS, M. M; LIMA, T. F. M; CARNEIRO, T. G. S; STOLERMAN, L. M; SANTOS, J. P. C; CORTÊS, J. C; EIRAS, A. E.; CODEÇO, C. T. Assessment of a trap based *Aedes aegypti* surveillance program using mathematical modeling. **PLoS ONE**, San Francisco, v. 13, n. 1, p. 1-16, 2018.

LEITE, M.E.; BRITO, J.X. S. Sensoriamento remoto aplicado ao mapeamento do uso do solo urbano e de assentamentos ilegais em Montes Claros-MG. **Geosul**, Florianópolis, v. 26, n. 52, p 99-128, 2011.

MAGNUSSON, W. E. Estatística, delineamento e projetos integrados: a falta de coerência no ensino e na prática. **Brazilian Journal of Ecology**, São Paulo, v. 3, n. 1, p. 37-40, 1999.

MARTINS, G. A. **Estatística geral e aplicada**. São Paulo: Atlas, 2010.

MONTEIRO, C. A. de F.; MENDONÇA, F. **Clima Urbano**. São Paulo: Contexto: 2003.

[MONTEIRO, C. A. F.](#) A interação homem-natureza no futuro da cidade. **Geosul**, Florianópolis, n. 14, p. 07-48, 1992.

MORENO, E. S.; BARATA, R. C. B. Methodology for definition of yellow fever priority areas, based on environmental variables and multiple correspondence analyses. **PLoS Biology**, San Francisco, v. 6, n. 7, p. 1-7, 2012.

MS, MINISTÉRIO DA SAÚDE. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância das Doenças Transmissíveis. **Levantamento Rápido de Índices para *Aedes Aegypti* (LIRAA) para vigilância entomológica do *Aedes aegypti* no Brasil: metodologia para avaliação dos índices de Breteau e Predial e tipo de recipientes**. Brasília: Ministério da Saúde, 2013. Disponível em: <[http://bvsm.sau.gov.br/bvs/publicacoes/manual\\_liraa\\_2013.pdf](http://bvsm.sau.gov.br/bvs/publicacoes/manual_liraa_2013.pdf)>. Acesso: Jan. 2018.

NEVES, D. P. **Parasitologia humana**. São Paulo: Atheneu, 2005.

OLIVEIRA, M.M.F. A dengue em Curitiba/PR: uma abordagem climatológica do episódio de março/abril – 2002. **Revista RA'EGA**, Curitiba, n. 8, p. 45-54, 2004.

PABLO, C. T. L. Cartografia ecológica: conceptos e procedimientos para la representación espacial de ecosistemas. Boletín da **Real Sociedad Española de la Historia Natural Sección Geológica**, Madrid, v. 96, n. 1/2, p. 57-68, 2000.

RATMANOV, P.; MEDIANNIKOV, O.; RAOULT, D. Vector borne diseases in West Africa: geographic distribution and geospatial characteristics. **Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene**, London,

v. 107, p. 273-284, 2013.

RIZZI, C. B; RIZZI, R. L; PRAMIU, P. V; HOFFMANN, E.; CODEÇO, C. T. Considerações sobre a dengue e variáveis de importância à infestação por *Aedes aegypti*. **Revista Hygeia**, Uberlândia, v. 13, n. 24, p. 24-40, 2017.

SALES, D. M; ASSIS, W. L.; FONSECA, B. M. Clima urbano e saúde: elementos climáticos e doenças respiratórias observadas no município de Belo Horizonte (MG) entre 2013 e 2014. **Revista Brasileira de Climatologia**, Curitiba, n. 14, p. 271-289, 2018.

SAMPAIO, R. A. A violência do processo de urbanização. In: CARLOS, A. F. A (Org). **Crise urbana**. São Paulo: Editora Contexto, 2018, Cap. 4, p. 55-84.

SANTOS, M. **Metamorfoses do espaço habitado: fundamentos teóricos e metodológicos da Geografia**. São Paulo: Hucitec, 1998.

SAWYER, D. O.; LEITE, I. C.; ALEXANDRINO, R. Perfis de utilização de serviços de saúde no Brasil. **Ciência & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 7, n. 4, p. 757-776, 2002.

SEPLAN, SECRETARIA MUNICIPAL DE PLANEJAMENTO E COORDENAÇÃO. **Mapa Perímetro Bairros** (2009). Disponível em: < <http://www.montesclaros.mg.gov.br/infraestrutura/mapas.htm>>. Acesso: Mar. 2018.

SILVA, J. S. V.; SANTOS, R.F. Zoneamento para planejamento ambiental: vantagens e restrições de métodos e técnicas. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília-DF, v. 21, n. 2, p.221-263, 2004.

SOUZA, J.D; SILVA, B.B. Correção atmosférica para temperatura de superfície obtida com imagem TM: Landsat 5. **Revista Brasileira de Geofísica**, v. 23, n. 4, p. 349-358, 2005.

SOUZA, D. O; OLIVEIRA, F. G; CASTRO, I. L. S; SOARES, J. B. de S; REIS, M. M.; FIGUEIREDO, F. P. Frequência de ocorrência de precipitação pluviométrica em Montes Claros-MG. **Revista Agrarian**, Dourados, v.11, n.42, p.337-342, 2018.

TEIXEIRA, T.R.A; CRUZ, O.G. Spatial modeling of dengue and socio-environmental indicators in the city of Rio de Janeiro, Brazil. **Caderno de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 27, n. 3, p. 591-602, 2011.

USGS, UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY. **EarthExplorer**. Disponível em: <<https://earthexplorer.usgs.gov/>>. Acesso: Dez. 2017.

USGS, UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY. **Using the USGS Landsat Level-1 Data Product**. Disponível em: <<https://landsat.usgs.gov/using-usgs-landsat-8-product>>. Acesso: Abr. 2018.

---