

## DIAGNÓSTICO DE ILHAS DE CALOR NO BAIRRO DA BOA VIAGEM E SEUS IMPACTOS NA SAÚDE HUMANA

Eduardo Antonio Maia Lins (\*), Giselle de Freitas Siqueira Terra, Sérgio Carvalho de Paiva, João Victor de Melo Silva, Adriana da Silva Baltar Maia Lins

\* Universidade Católica de Pernambuco – UNICAP / Instituto Federal de Pernambuco – IFPE – Campus Recife, [eduardomaialins@gmail.com](mailto:eduardomaialins@gmail.com).

### RESUMO

Atualmente, um dos maiores problemas sobre as áreas urbanas é a perturbação das características da atmosfera no meio urbano. Os principais motivos para essa ocorrência é a substituição de elementos naturais por elementos artificiais, como edificações e impermeabilização do solo. A troca natural de calor é impedida pelo meio artificial e as características do microclima da região é alterado. O crescimento desordenado dos centros urbanos traz um desconforto quando desalinhado com as condições ambientais. O fenômeno conhecido como Ilhas de Calor é caracterizado pelo aumento da temperatura do ar em áreas formadas por edifícios e baixa densidade arbórea. Este fenômeno é intensificado quando alinhado às altas taxas de emissões atmosféricas. Este trabalho teve como objetivo constatar a ocorrência do fenômeno de ilhas de calor, caracterizar sua intensidade, monitorar seu desenvolvimento e sugerir prováveis impactos à saúde humana, tendo como referência o bairro da Boa Viagem, Recife-PE. Foram realizadas medições utilizando sensores de temperatura e umidade em três pontos, tendo como referência uma área com significativa densidade de vegetação, e outros pontos localizados no Bairro de Boa Viagem. Os dados foram recolhidos a cada meia hora registrando-os simultaneamente em cada local sendo a medição realizada em horário de diminuição do índice de ultravioleta, entre 14h e 16h. Os dados dos casos de dengue pesquisados no trabalho foram fornecidos pelo Setor de Vigilância Epidemiológica da Secretaria de Saúde do Recife. As ilhas de calor dos centros urbanos têm maior incidência de dengue. Através do levantamento de dados obtidos na Secretaria Estadual de Saúde do Estado de Pernambuco, notou-se que a taxa de infecção é maior nessas regiões com concentração de ilhas de calor, que acabam tendo a temperatura mais elevada em relação a outras áreas. A ocorrência da dengue está ligada a vários fatores, mas o impacto do clima nesse panorama vem ganhando atenção.

**PALAVRAS-CHAVE:** Temperatura, Umidade, Saúde, População, Recife.

### INTRODUÇÃO

Nos últimos anos vários estudos têm mostrado que os espaços urbanos constituem verdadeiros polos de concentração de calor no meio de um ambiente não urbano bem mais confortável, caracterizando-se como aquilo que a comunidade científica chama de “Ilha de Calor”. As cidades contribuem para a alteração do balanço de energia modificando os padrões térmicos e de qualidade do ar entre outros. As primeiras observações deste fenômeno datam do início do século XIX, quando Luke Howard, químico e meteorologista fez suas primeiras observações em Londres. Bem mais recente, a comunidade científica internacional, tem dado grande importância sobre o impacto que as megacidades produzem na atmosfera global, além dos efeitos no clima urbano em escala local e regional (MEIRELES, 2011).

A tendência de poluir a atmosfera é proeminente em países em desenvolvimento, enquanto tende a se estabilizar em países desenvolvidos, pois sabe-se que as forças motoras da poluição do ar são o crescimento econômico, urbanização, consumo de energia, incremento nos transportes, motorização, aumento da população urbana (CHEN; KAN, 2008) e industrialização. Em geral, os governantes tendem a ignorar a problemática da poluição atmosférica por fatores como falta de conhecimento, falta de políticas públicas adequadas, a visão pública que políticas de controle ambientais podem ser antieconômicas, e o fato de que os poucos que podem sofrer com tais regulações tem forte influência política, em geral maior do que os muitos que poderiam se beneficiar delas (MCGRANAHAN; MURRAY, 2012). Sabe-se que países com mais conhecimento desenvolvido na área resultam em leis mais rígidas e menores índices de poluição (FAJERSZTAJN et al, 2013).

O desequilíbrio causado pelas mudanças devido ao crescimento desenfreado das cidades dá vez ao fenômeno de Ilhas de Calor caracterizado pelo aumento da temperatura do ar em áreas predominantemente formada por edifícios e pela baixa disponibilidade de unidades arbóreas. Quando esses fatores se aliam às altas taxas de emissões atmosféricas causadas por carros e indústrias, temos a intensificação deste fenômeno. Embora seja um tema bastante conhecido pela comunidade acadêmica e até mesmo pelo senso comum, os governantes falham por não realizarem uma ação mitigadora para tratar desde fenômeno que tanto causa desconforto na saúde da população. É relevante o estudo das relações do clima com a saúde, sobretudo em perspectiva das mudanças climáticas globais e na previsão de seus prováveis efeitos e vulnerabilidades (SILVA; RIBEIRO; SANTANA, 2014).

A dengue, por exemplo, é uma doença endêmica ou pandêmica reemergente, que ocorre praticamente em todas as regiões tropicais e subtropicais do planeta. Silva-Voorham et al (2009). Os países localizados nestas regiões são mais suscetíveis em função de diversos condicionantes, dentre eles as alterações climáticas, variabilidade do clima. As alterações climáticas impactam no aumento de mais de 2 bilhões o número de pessoas expostas a dengue e as projeções para 2085 sugerem que cerca de 5 a 6 bilhões de pessoas (50 a 60 % da população global) estarão em risco de transmissão da doença (HALES et al, 2002). Este trabalho teve como objetivo constatar a ocorrência do fenômeno de ilhas de calor, caracterizar sua intensidade, monitorar seu desenvolvimento e sugerir prováveis impactos à saúde humana baseados em estudos sobre a dengue, tendo como referência o bairro da Boa Viagem, Recife-PE.

## METODOLOGIA

### - Local de Estudo

A área de estudo é a cidade do Recife, capital de Pernambuco, que está situada entre a latitude 8°02'47" S e longitude 34°55'48" W de Greenwich, compreendendo uma área de 218 km<sup>2</sup>. A região possui clima tropical quente e úmido (As'), de acordo com a classificação de Köppen (2004), e tem temperatura média anual de 25,4°C e amplitude de 2,8°C, com umidade relativa do ar médio anual de 84%. O regime de chuvas caracteriza-se por dois períodos distintos: uma estação seca ou de estiagem, que se prolonga de setembro a fevereiro (primavera-verão) e uma estação chuvosa, de março a agosto (outubro-inverno), com índice pluviométrico anual médio superior a 1.600 mm (ATLAS AMBIENTAL DO RECIFE, 2000).

Os pontos de amostragem foram determinados em função das características antrópicas devido a presença de automóveis e alta concentração de edifícios, além dos pontos de ambientes onde há a presença de vegetação arbórea e localização próxima ao oceano. Os pontos de medição estão localizados dentro dos limites da cidade do Recife englobando 3 pontos estratégicos. Assim foram distribuídos 3 pontos:

- Ponto 1 – Localizado na Avenida Conselheiro Aguiar, em cruzamento com a rua Ribeiro de Brito. ( 873'25.69"S; 34°53'55.69"O)
- Ponto 2 – Localizado na Rua Navegantes (8°7'29.73"S; 34°53'52.08"O).
- Ponto 3 – Localizado na Avenida Boa Viagem (8°7'30.06"S; 34°53'48.96"O).



**Figura 1** – Local Estudado.  
Fonte: Google Maps (2019).

### - Materiais

Foram utilizados sensores DHT 22 para coleta dos dados meteorológicos, oferecendo uma acurácia de 2% para umidade e 0,5°C para temperatura com um time de 2 segundos para cada coleta. Este aparelho opera com variações de temperatura que vão de -45°C até 80°C e de 0-100% de umidade relativa do ar. Este equipamento não é à prova d'água, podendo ser danificado facilmente. Em consonância com este equipamento, foi utilizado também um termohigrômetro digital com sensor externo que possui acurácia de 1°C para temperatura e 5% para umidade, operando a uma faixa de temperatura que vai de -50°C até 70°C, possuindo um "time" de 10 segundos. Contudo, os sensores DHT22 funcionam junto a uma plataforma Arduino, necessitando um circuito e software para que ele realize sua função em campo.

## - Métodos

O fenômeno de ilhas de calor é definido a partir da diferença de temperatura do ar observada dentro da área urbana ou em comparação com a área rural (FIALHO, 2012). A cidade do Recife não dispõe de muitas estações meteorológicas fixas espalhadas pela cidade, por esse motivo se fez necessária aplicar a metodologia de transectos móveis, como retrata Gartland (2011), que consiste em percorrer um trajeto predeterminado por uma região, parando em locais representativos para obter medidas utilizando apenas um tipo de instrumentação meteorológica, nesse caso, o sensor.

Os dados dos casos de dengue pesquisados no trabalho foram fornecidos pelo Setor de Vigilância Epidemiológica da Secretaria de Saúde do Recife para o bairro analisado.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Todos os sensores foram calibrados em conjunto, entretanto podem aparecer erros no momento da medição quanto a uma rajada de vento que possa retirar calor do sensor dando uma leitura que não caracterize as ilhas de calor por se tratar de um evento ou até mesmo o fato de algo ou alguém passar próximo ao sensor no momento da medição pode caracterizar numa leitura não válida. As medições foram realizadas de forma manual, deslocando até o ponto determinado e fazendo a leitura do sensor na hora designada no relógio, a cada 30 minutos, começando às 14h e finalizando às 16h. Segundo Alves (2017), normalmente pela manhã, a diferença de temperatura entre áreas urbanas e rurais é geralmente menor. Essa diferença aumenta ao longo do dia conforme as superfícies urbanas absorvem radiação solar e a reemite em forma de ondas longas aquecendo o ar urbano.

As análises realizadas através dos termohigrômetros para o bairro da Boa Viagem (Figura 2) tiveram como resultado variância de acordo com os locais e horários em estudo. A partir do gráfico da umidade versus o período de análise, observou-se que o comportamento de cada um deles é influenciado de acordo com o aumento de concentração urbana, seja pela maior circulação de tráfego de automóveis, da presença de edifícios, da existência de ambientes arbóreos e do oceano.

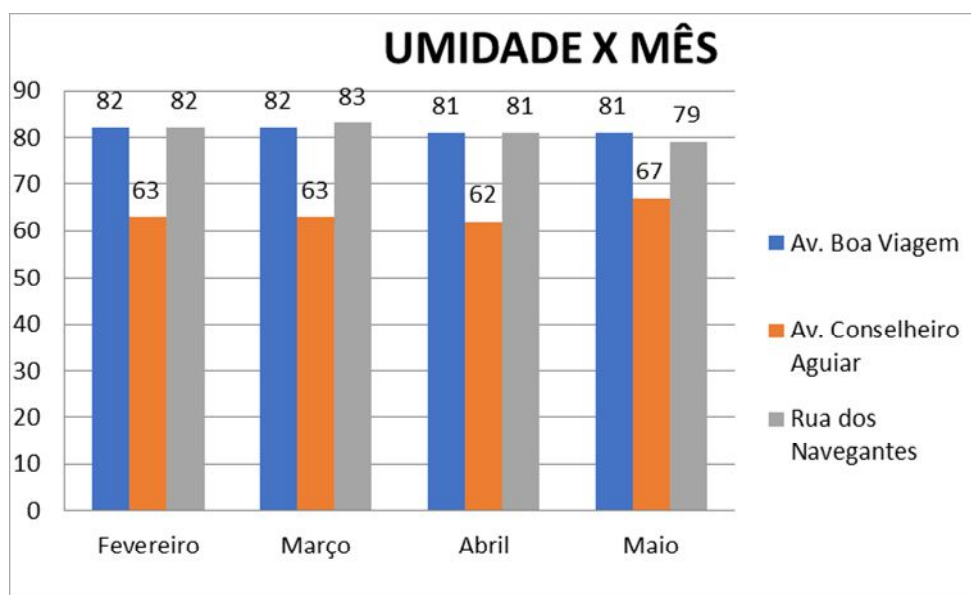


Figura 2 - Relação umidade versus mês no trecho analisado do Bairro da Boa Viagem, Recife/PE.

Tanto a rua dos Navegantes quanto a avenida Boa Viagem são próximas ao mar, apresentando uma umidade alta (cerca de 90%) para o período final de análise, onde a avenida Conselheiro Aguiar que se encontra um pouco mais distante do litoral, a sua umidade final já se apresentava 18% inferior comparada as demais.

A partir dos gráficos de variação de temperatura e umidade observou-se que o comportamento destas variáveis é influenciado de acordo com o aumento de concentração urbana, de circulação de tráfego de automóveis, de presença de edifícios, da existência de ambientes arbóreos e do oceano. Notou-se que os meses apresentaram uma média similar quanto as umidades coletadas, a umidade era diretamente proporcional com o horário analisado, com isso, às 14 horas da tarde a umidade em ambos os pontos estudados apresentava uma baixa porcentagem, e já para o horário das 16 horas a umidade apresentou-se mais elevada em cada ponto.

Em relação a Figura 3, da temperatura versus o período mensal, observou-se uma redução da temperatura com o tempo, à medida que o pôr do sol vai acontecendo. Notadamente, a temperatura mais elevada foi encontrada para a Avenida Conselheiro Aguiar que se encontra mais distante do mar, onde também se encontra uma baixa incidência de cobertura vegetal e uma alta circulação de veículos diariamente. Ressalta-se ainda que as regiões urbanizadas são tipicamente mais eficientes em armazenar energia solar, como calor, na parte interna de suas infraestruturas, podendo absorver e armazenar duas vezes mais calor que áreas não urbanizadas conforme observado por Christen & Vogt (2004). De acordo com estudos realizados por Santos (2011) em sua dissertação de mestrado, do período de 1998 a 2010, para os mesmos pontos estudados na cidade do Recife, baseado nas estações ora existentes, observou-se também uma variação de temperatura na ordem de 1,5°C.

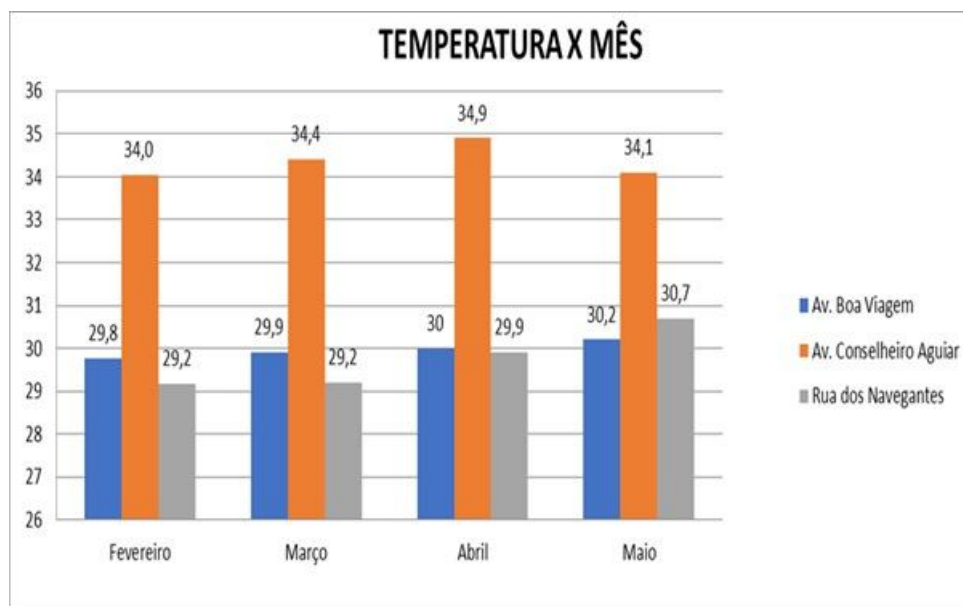


Figura 3 - Relação temperatura versus mês no Bairro da Boa Viagem

Analisando as Figuras 4 e 5, é possível observar a semelhança de temperatura e umidade nos pontos da Avenida Boa Viagem e Rua dos Navegantes devido a sua posição geográfica e presença de áreas arbóreas e proximidade ao oceano, diferentemente da Avenida Conselheiro Aguiar, que possui características termais e de umidade distintos.

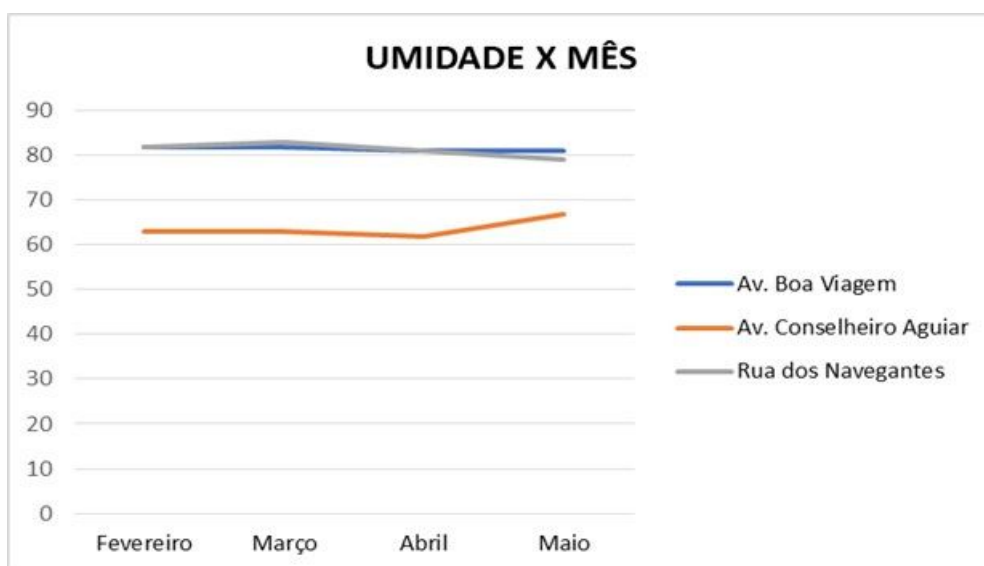


Figura 3 - Relação umidade versus período no Bairro da Boa Viagem

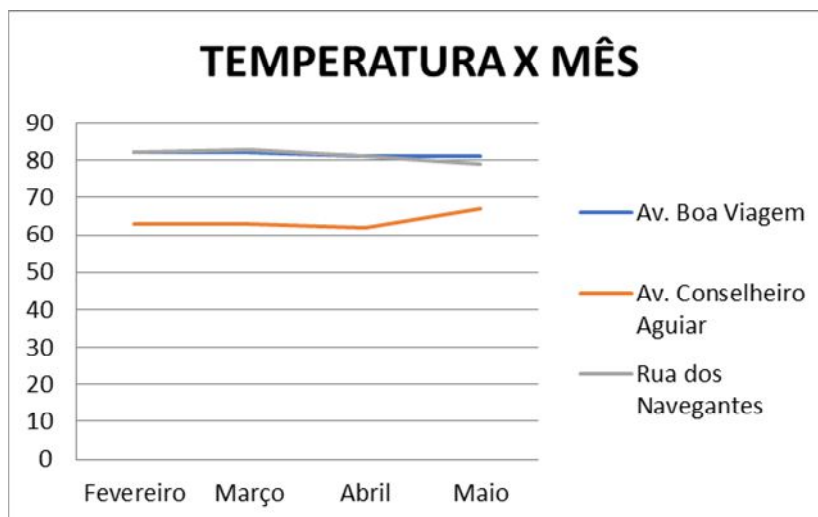


Figura 4 - Relação temperatura versus período no Bairro da Boa Viagem.

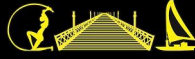
Análise de levantamento entomológico durante 82 semanas por meio de ovitrampa e mosquitrap, de setembro de 2006 a março de 2008, demonstrou associação importante entre o número de ovos positivos e incidência da dengue, principalmente no período seco (baixa pluviosidade). Honório et al, (2009) sugerem que a temperatura média mensal acima de 22-24° C está fortemente associada com abundância do *Ae. aegypti* e por consequência maior risco de transmissão da doença. Já Miyazaki et al, (2009) em estudo de monitoramento através de ovitrapas realizado em Cuiabá, MT, entre agosto de 2004 a agosto de 2005, uma das capitais mais quentes do país (média máxima por volta de 31° C), evidenciaram correlação significativa com a temperatura máxima, média e mínima. De acordo com Favier et al, (2006), o número médio de pupas por recipiente positivo aparece intimamente associado com a temperatura média. Considerou-se que a variável umidade relativa do ar também favoreceu o número de recipientes positivos, Vila Planalto, Brasília. Resultados semelhantes referenciando São Sebastião, SP9, indicaram que os valores mais elevados de temperatura e umidade relativa do ar foram registrados entre novembro a abril, meses estes também em que se observaram os maiores índices de densidade larvária do *Ae. Aegypti*.

Baseado nos estudos realizados, nota-se que a incidência de Ilhas de Calor pode estar diretamente associada ao aumento de dengue. Ilhas de calor estão associadas ao aumento da temperatura e redução da umidade, e, conforme levantamento realizado, observa-se que na região atingida pela ilha de calor possui temperatura e umidades propícias ao evento (Temperatura Média de 34C e Umidade Média 63%).

O número de casos suspeitos de arboviroses aumentou mais de 100% no estado no primeiro semestre de 2019, em comparação com o mesmo período de 2018 para o Estado de Pernambuco. A quantidade de notificações de zika subiu 197,8%, os registros de dengue cresceram 123,1% e os de chikungunya aumentaram 115,9%, segundo dados da Secretaria Estadual de Saúde. Os dados registrados se referem ao período entre os dias 30 de dezembro de 2018 e 29 de junho de 2019. Ainda segundo o documento, foram notificadas em Pernambuco 56 mortes por arboviroses nos seis primeiros meses de 2019. No mesmo período do ano passado, houve registro de 52 óbitos, o que equivale a um aumento de 7,6%. No primeiro semestre de 2019, foram registrados 32.952 casos suspeitos de dengue. No mesmo período no ano passado, o governo notificou 14.771 ocorrências. A quantidade de casos de dengue confirmados chegou a 6.148 casos de dengue, 183 de chikungunya e 43 de zika, e foram descartadas 7.452 suspeitas.

Analisando a cidade do Recife, segundo dados da Secretaria de Saúde, foram notificados 469 casos, sendo 423 de dengue, 39 de chikungunya e sete de zika na cidade em 2019. Desses números, foram confirmados 73 casos de dengue e três de chikungunya. Quando comparado ao mesmo período do ano passado, houve redução de 30,5% das notificações e 74,5% dos casos confirmados. Considerando os 345 casos prováveis (casos notificados, exceto os descartados), 50,72% estão concentrados nos distritos sanitários IV (26,38%), VII (12,46) e VI (11,88%). Ressalta-se que o bairro de Boa Viagem pertence ao distrito sanitário VI, fazendo parte das maiores concentrações dos casos de dengue na cidade do Recife.

Os dados dos casos de dengue pesquisados no trabalho foram fornecidos pelo Setor de Vigilância Epidemiológica da Secretaria de Saúde do Recife que registraram no período deste estudo que cerca de 142 casos da doença foram notificados e apenas 91 confirmadas no bairro da Boa Viagem. Dos 91 casos confirmados, 86 casos foram de dengue clássica e 5 de Chikungunya. Comparando-se os dados de dengue obtidos para o bairro analisado e os dados de dengue de todo o estado de Pernambuco, nota-se que o percentual de incidência de local representa 1,5% do valor total dos casos confirmados. Porém, ao comparar com os dados da Região Metropolitana do Recife, essa representação passa para 23%. A figura 5 representa um mapa de risco publicado pela Prefeitura da Cidade do Recife (2019) relacionada a



situação da dengue em toda cidade. O bairro de Boa Viagem, apesar de apresentar um Risco Médio, para o período estudado, tem condições propícias para o desenvolvimento da doença, isso sem levar em consideração a variável população, uma vez que o bairro contempla o maior número de pessoas na cidade.

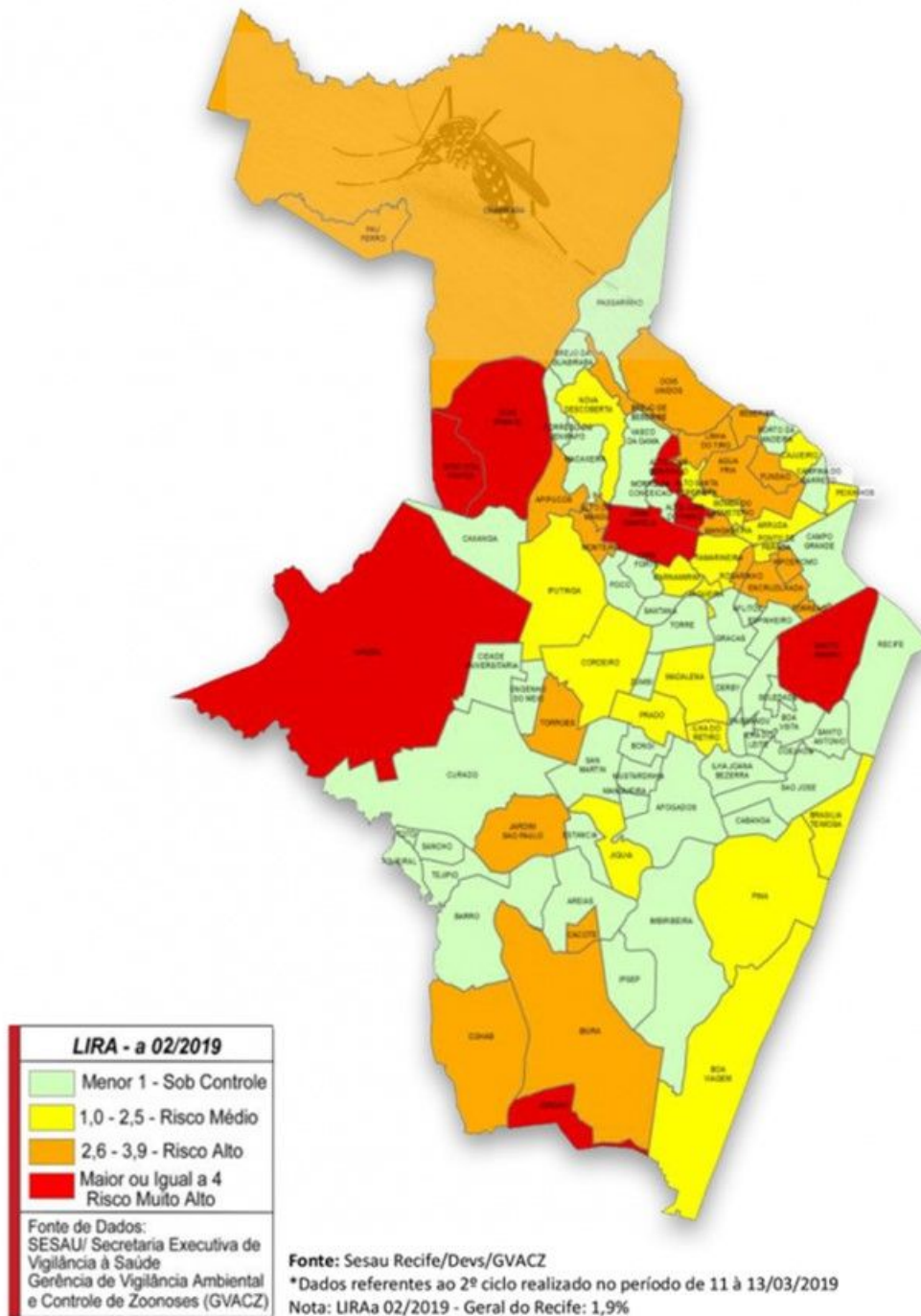


Figura 5 – Mapa de Risco da Dengue na Cidade do Recife. Fonte: Prefeitura da Cidade do Recife (2019).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Há diferença de temperatura e umidade quando comparado às áreas que possuem uma boa densidade vegetal e áreas que não possuem unidades arbóreas. Quanto maior a concentração de edifícios e menor a disponibilidade vegetal do local, maior a incidência e intensidade do fenômeno de Ilhas de Calor, logo percebe-se que no bairro de Boa Viagem existe uma incidência deste fenômeno;

Acha-se um erro atribuído à precisão do sensor, às condições climáticas dos dias de medição e ao próprio processo de operação do equipamento. Entretanto, a tendência da medição aponta para a presença do fenômeno de Ilhas de Calor no bairro estudado. Todavia para realizar a caracterização da intensidade do fenômeno são necessárias outras ferramentas de trabalho para que se possa reunir um grupo maior de dados para uma precisão maior da média;

A presente pesquisa mostra uma pequena diferença no microclima da região ocasionada pelas Ilhas de Calor em áreas, dentro de um mesmo bairro, com e sem vegetação, sendo influenciada também pelo fluxo de veículos.

As ilhas de calor dos centros urbanos pode ter incidência de dengue, onde a taxa de infecção é maior nessas regiões com concentração de prédios e asfalto e pouco arborizadas, que acabam tendo a temperatura mais elevada em relação a outras áreas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALVES, E. D. L.; Ilha de calor urbana em cidade de pequeno porte e a influência de variáveis geourbanas. **Revista Brasileira de Climatologia**. p. 97 - 116. 2017. ISSN 2237-8642.
2. BRASIL. **Ministério da Saúde. Mudanças climáticas e ambientais e seus efeitos na saúde: cenários e incertezas para o Brasil**. Organização Pan-Americana da Saúde. Brasília; 2008.
3. CHRISTEN, A.; VOGT, R. Energy and radiation balance of a Central European city. **International Journal of Climatology**, Chichester, v.24, p.1.395-1.421, 2004.
4. DHIMAN, R. C.; PAHWA, S.; DHILLON, G. P.; DASH, A. P. Climate change and threat of vector-borne diseases in India: are we prepared? **Parasitol Res** 2010; 106(4): 763-73.
5. FAVIER, C.; DEGALLIER, N.; VILARINHOS, P. T.; CARVALHO, M. S.; YOSHIKAWA, M. A.; KNOX, M. B. Effects of climate and different management strategies on *Aedes aegypti* breeding sites: a longitudinal survey in Brasília (DF, Brazil). **Trop Med Int Health** 2006; 11(7): 1104-18.
6. FIALHO, E. S.; **Ilhas de Calor: reflexões acerca de um conceito**. ACTA, Geográfica, Boa Vista, Ed. Esp. Climatologia Geográfica. 2012, pg 61-76.
7. GARTLAND, L.; **Ilhas de Calor. Como mitigar zonas de calor em áreas urbanas**. Tradução Silvia Helena Gonçalves. São Paulo: Oficina de Textos, 2010.
8. HAELS, S.; WET, N.; MAINDONAL, J.; WOODWARD, A.; **Potential effect of population and climate changes on global distribution of dengue fever: an empirical model**. *Lancet*, 2002; 36(9336): 830-4.
9. HONÓRIO, N. A.; CODEÇO, C. T.; ALVES, F. C.; MAGALHÃES, M. A.; LOURENÇO, R. O.; Temporal distribution of *Aedes aegypti* in different districts of Rio de Janeiro, Brazil, measured by two types of traps. **J Med Entomol** 2009; 46(5): 1001-14.
10. KÖEPPEN, W. 2004. **Sistema Geográfico dos Climats**. Notas e Comunicações de Geografia. n. 12, p. 4-29. Tradução Antonio Carlos de Barros Correa.
11. MCGRANAHAN, G.; MURRAY, F. **Air Pollution and Health in Rapidly Developing Countries**. Chicago: Taylor & Francis, 2012.
12. McMICHAEL, A. J. et al. International study of temperature, heat and urban mortality: the 'ISOOTHERM' project. **International Journal of Epidemiology**. p. 1121 - 1131. 2008.
13. MIYAZAKI, R. D.; RIBEIRO, A. L.; PIGNATTI, M. G.; CAMPELO, J. H.; PIGNATI, M.; Monitoring of *Aedes aegypti* mosquitoes (Linnaeus, 1762) (Diptera: Culicidae) by means of ovitraps at the Universidade Federal de Mato Grosso Campus, Cuiabá, State of Mato Grosso. **Rev Soc Bras Med Trop** 2009; 42(4): 392-97.
14. PREFEITURA DA CIDADE DO RECIFE. Serviços para o turista. Disponível em: <<http://www2.recife.pe.gov.br/>>. Último acesso em: 10 de junho de 2019.
15. SANTOS, T. O.; **Identificação de Ilhas de Calor em Recife-PE por meio de sensoriamento remoto e dados meteorológicos de superfície**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Recife, PE, 2011.
16. SILVA, E. N.; RIBEIRO, H.; SANTANA, P.; **Clima e saúde em contextos urbanos: uma revisão da literatura**. *Biblio 3w*, v.XIX, 2014.
17. SILVA-VOORHAM, J. M.; TAMI, A.; JULIANA, A. E.; RODENHUIS, Z. I. A.; WILSCHUT, J. C.; SMIT, J. M. Dengue: a growing risk to travellers to tropical and sub-tropical regions. **Ned Tijdschr Geneesk** 2009; 153: A778.
18. SUTHERST, R. W. Global change and human vulnerability to vector-borne diseases. **Clin Microbiol Rev** 2004; 17(1): 136-73.