

**ANÁLISE EPISÓDICA DA PROLIFERAÇÃO DO AEADES AEGYPTI E SUA  
RELAÇÃO COM O CAMPO TÉRMICO DE PARANAÍ (PR)****EPISODIC ANALYSIS OF THE AEADES AEGYPTI PROLIFERATION  
AND ITS RELATIONSHIP WITH THE THERMAL FIELD OF PARANAÍ  
(PR)****ANALYSE ÉPISODIQUE DE LA PROLIFÉRATION DE AEADES  
AEGYPTI ET DE SA RELATION AVEC LE CHAMP THERMIQUE DE  
PARANAÍ (PR)****Thiago Kich Fogaça**

tkfogaca@gmail.com

Universidade Federal do Paraná

**Francisco Jablinski Castelhana**

fjcastelhana@gmail.com

Universidade Federal de Sergipe

**Francisco de Assis Mendonça**

chico@ufpr.br

Universidade Federal do Paraná

**RESUMO:** Este trabalho propõe-se a analisar o campo térmico da área urbana de Paranavaí/PR de maneira a relacionar a espacialidade de seu clima urbano com a manifestação de epidemias provocadas pelo mosquito *Aedes aegypti*, principal transmissor da dengue, Zika e da febre Chikungunya, posto que tais ocorrências possuem uma relação intrínseca com fatores ambientais, em especial climáticos. Para tanto foram realizados medições e mapeamentos das ilhas de calor de Paranavaí, com uso de sensor de temperatura e umidade com registrador automático (Hobo data-logger) em dez pontos distintos da mancha urbana. O mapeamento se deu através do método estatístico da krigagem, utilizado através do *software Arcgis 10.1*. Os resultados apontam a presença de ilhas de calor multinucleadas na mancha urbana analisada, com diferenças que chegaram a quase 6°C entre pontos distintos em um mesmo período. Tal diferença cria, em determinados pontos da cidade, áreas impróprias para o desenvolvimento do vetor limitando sua atuação.

**Palavras-chave:** Clima Urbano, *Aedes aegypti*, Paranavaí, dengue, Ilhas de Calor

**ABSTRACT**

This work aims to analyze the thermal field of the urban area of Paranavaí / PR in order to relate the spatiality of its urban climate with the manifestation of epidemics caused by the mosquito *Aedes aegypti*, the main transmitter of dengue, Zika and Chikungunya fever, post that such occurrences have an intrinsic relationship with environmental factors,

especially climatic ones. For so, the Urban heat islands of Paranavaí were measured and mapped, within thermal and humidity sensors with dataloggers, installed in ten different spots over the urban core area. The mapping was made through the statistical method of Kriging, with the use of the software Arcgis 10.1 The results reveals the presence of multinucleated urban heat islands in the urban area, revealing differences of 6°C between different points in the same period. Such difference creates, in some points of the city, improper areas to the development of the vector, limiting its action.

**Keywords:** Urban Climate, *Aedes aegypti*, Paranavaí, Dengue, Urban Heat Islands

## RÉSUMÉ

Ce travail vise à analyser le champ thermique de la zone urbaine de Paranavaí / PR afin de mettre en relation la spatialité de son climat urbain avec la manifestation d'épidémies causées par le moustique *Aedes aegypti*, principal émetteur de la dengue, de la fièvre Zika et du Chikungunya, post que ces événements ont une relation intrinsèque avec les facteurs environnementaux, en particulier climatiques. Pour ce faire, les îlots de chaleur urbains de Paranavaí ont été mesurés et cartographiés, à l'aide de sensor thermique avec des registre de donnes et installés à dix endroits différents du noyau urbain. La cartographie a été réalisée à l'aide de la méthode statistique de Kriging, utilisant le logiciel Arcgis 10.1. Les résultats révèlent la présence d'îlots de chaleur urbains multinucléés dans la zone urbaine, montrant des différences de l'ordre de 6 ° C entre différents points de la même période. la différence crée, à certains endroits de la ville, des zones inappropriées pour le développement du vecteur, limitant son action

**Mots Clés:** Climat urbain, *Aedes aegypti*, Paranavaí, Dengue, Iles de chaleur urbaines

## INTRODUÇÃO

A cidade contemporânea se define como a expressão espacial da sociedade que a habita. Aspectos como modo de vida, tamanho da população, economia entre tantos outros, influem direta ou indiretamente em dita expressão.

Segundo Monteiro (1976) o clima urbano é conceituado como o efeito de um aglomerado urbano no clima de um dado local. Segundo o autor o desenvolvimento de um dado centro urbano tende a acentuar, ou eliminar diferenças climáticas existentes entre este e sua zona rural, dando exemplos como, aumento de temperatura, modificação na ventilação, alterações nos regimes e intensidade de chuvas, entre outros.

Além destas questões diretas envolvendo o clima urbano, Roseghini (2013) elucida a relação entre tais alterações e a expansão da dengue para cidades do Centro-Sul do Brasil. O autor investigou o clima urbano, em específico as alterações no campo térmico, das cidades de Campo Grande, Maringá e Ribeirão Preto. Como resultado,

aponta que, para estas cidades, as ilhas de calor nas áreas centrais funcionaram como fator limitante a expansão das arboviroses, durante o período de estudo, e limitaram-se as periferias das mesmas, áreas estas, menos afetadas por este fenômeno e com temperaturas dentro das consideradas ideais para a proliferação do vetor.

Segundo Costa (2001) o *Aedes aegypti*, principal transmissor da Dengue, da Febre Amarela, do *Chikungunya* e do *Zika*, necessita de condições climáticas favoráveis para seu desenvolvimento e, sendo assim, tem sua distribuição geográfica compreendida entre os paralelos 45° de latitude Norte e 35° de latitude Sul, devido às altas temperaturas, chuvas abundantes e significativa umidade relativa do ar; e, também, fora desses limites, mas bem próximo da isoterma de 20°C (COSTA, 2001; MENDONÇA et al., 2006; AQUINO JÚNIOR, 2010).

De acordo com Aquino Júnior (2014, p. 40) “a reprodução e a evolução do mosquito encontram condições impróprias para a manutenção de sua sobrevivência, nas temperaturas acima dos 40°C e abaixo dos 10°C”. Nesse sentido, a temperatura e a umidade relativa, médias diárias, são elementos de extrema importância no entendimento da dinâmica de disseminação do mosquito, sendo também, questões climatológicas fundamentais (SOUSA, 2008).

Sobre as questões climatológicas, Mendonça et al. (2006, p. 11) afirmam que existe uma “(...) proposição inovadora, sobretudo no Brasil, refere-se ao desenvolvimento de estudos e projetos que exaltem a utilização da previsão climática para a elaboração de planos de vigilância epidemiológica”.

Como exemplo, Oliveira (2004), argumenta sobre a ação da prefeitura curitibana no controle da doença, pois observou que a falta de investimento no ano de 2002, que apresentou verão mais quente, se comparado aos últimos vinte anos anteriores, se refletiu no aparecimento dos primeiros casos autóctones da doença em Curitiba.

Nesse sentido, Mendonça, et. al. (2006, p. 11), afirmam que “o monitoramento climático aplicado à vigilância epidemiológica pode ser uma ferramenta primordial para o planejamento de ações em saúde pública, bem como aplicação dos escassos recursos”.

Também em relação aos estudos climáticos, Sousa (2008) encontra em sua pesquisa, relação direta entre a dengue e o clima.

Diante do trabalho apresentado pode-se considerar que a Dengue e a temperatura, umidade relativa e as chuvas possuem uma relação, isto porque existe uma sazonalidade da doença que coincide, em partes, com o período chuvoso; pois o vetor da doença, para se desenvolver, necessita de água limpa e parada, o que pode facilmente ocorrer durante, e logo após as chuvas no ambiente urbano (SOUSA, 2008, p. 86).

Contudo, o autor argumenta que não se pode afirmar que o aumento das variações climáticas implica no aumento da enfermidade. “Apenas o que se pode afirmar é que a água limpa e parada, acumulada durante e logo após o período chuvoso, é uma pré-condição para o desenvolvimento do *Aedes aegypti*, mosquito vetor da Dengue” (SOUSA, 2008, p. 86). Vale ressaltar que já existe evidência de que o mosquito tem se reproduzido não somente em águas limpas.

Ainda sobre a enfermidade, Barreto e Teixeira (2008) evidenciam a expansão desta como fruto do processo de urbanização desorganizado, típico de cidades de países em desenvolvimento. Segundo os autores, ambientes urbanos se encaixam como habitats ideais para os vetores desta doença.

Esta citação refere-se à configuração atual das grandes cidades, na qual o vetor encontra alimento abundante, locais de repouso e reprodução, “o saneamento básico, particularmente o abastecimento de água e a coleta de lixo, mostra-se insuficiente ou inadequado nas periferias das grandes metrópoles” (TAUIL, 2001, p. 100). Essas condições são favoráveis ao aumento de criadouros nesses locais. Segundo Costa (2001):

A existência e o acúmulo de recipientes é dependente das condições econômicas, políticas e culturais, determinantes também, da repartição do uso do solo, sua ocupação segundo camadas sociais, assim como das condições de saneamento básico (COSTA, 2001, p. 07).

A afirmação de Costa (2001) nos leva a observar como a divisão social da cidade pode auxiliar na explicação da dinâmica espacial das enfermidades abordadas no artigo.

A dinâmica de expansão da doença ainda traz muitos problemas para as pessoas, sobretudo as que moram em áreas de vulnerabilidade socioambiental. Nesse sentido, sabendo-se que a cidade de Paranaíba apresenta casos de dengue com frequência,

sobretudo pelas favoráveis condições climáticas, e pelo alto registro de casos ocorrido no ano de 2013, tornou-se área de estudo para este trabalho. Ainda sobre a epidemia em 2013, mais de 10% da população foi infectada pela doença, com base nos registros oficiais, sem levar em consideração as infecções que geraram subnotificações.

Sendo assim, a problemática deste trabalho consiste em uma análise episódica do campo térmico de Paranavaí e os índices de infestação predial do mosquito vetor, na busca de relações entre os dados analisados. Para tanto, busca-se responder a questão: a espacialidade do campo térmico de Paranavaí (2014) se relaciona com a espacialidade dos criadouros do vetor (2014)?

## MATERIAIS E MÉTODOS

Mediante as características necessárias para a reprodução dos vetores que transmitem a dengue, tendo por base as médias de temperaturas, buscou-se fazer uma aproximação das diferenças entre as temperaturas em 10 pontos estratégicos da cidade e identificar ilhas de calor ou ilhas de frescor. Para isso, procedeu-se com a instalação de 10 miniabrigos de policloreto de vinila (PVC) na coloração branca, a 1,5 metros da superfície, conforme metodologia apresentada por Castelhana e Roseghini (2012), em locais estratégicos do perímetro urbano de Paranavaí e do Distrito de Sumaré, por fazer parte da mesma mancha urbana. Tratando-se de uma análise episódica durante uma epidemia, optou-se pela coleta de dados em um período mais curto, todavia, suficientes para a detecção de anomalias térmicas em uma cidade do porte de Paranavaí (GARTLAND, 2011, ROSEGHINI, 2013). Os dados foram coletados no período de 08 a 14 de abril de 2014, período que também foi agendado visita com a Secretaria Municipal de Saúde e a 14ª Regional de Saúde. As medições foram realizadas com o uso de termômetros HOBO U12 - *Temperature Data Logger*.

Seguindo a metodologia de Roseghini (2013) que estudou as diferenças no clima urbano e sua relação com a dengue, optou-se por selecionar três horários diários para análise: às 7, 12 e 18 h. Às 7 e às 18 h são momentos considerados favoráveis para que o vetor circule pela superfície. Às 12h foi escolhido por marcar o horário intermediário entre as manhãs e tardes e também pela maior incidência de raios solares

na superfície, sendo período de maior o período de incidência perpendicular dos raios solares o que favorecendo maior absorção de radiação.

Com essas informações foi possível identificar quais áreas da mancha urbana são consideradas ambientalmente favoráveis na proliferação da dengue. Como a epidemia ocorreu em 2013 não foi possível associar diretamente os dados obtidos pela instalação dos abrigos (em 2014), mas sim gerar aproximações sobre os locais que podem proporcionar melhores condições de reprodução do vetor e relacionar com o IIP<sup>1</sup> do ano de 2014.

O cálculo de IIP ocorre por meio da equação:

$$\text{Índice de Infestação Predial} = \frac{\text{Imóveis com Aedes} \times 100}{\text{Imóveis visitados}}$$

Segundo o Ministério da Saúde o LIRAA<sup>2</sup> é feito com a divisão do município em estratos, com grupos de 9 a 12 mil imóveis com características semelhantes. De cada estrato são pesquisados 450 imóveis.

Esta etapa consiste na análise espacial dos locais que possuíram maior concentração de criadouros do mosquito. Primeiramente é necessário abordar que segundo o PNCD – Programa Nacional de controle da dengue (BRASIL, 2002), o índice que se apresenta maior que 1% já configura como cenário de risco de contágio. “De 1% a 3,9%: estão em situação de alerta; superior a 4%: há risco de surto de dengue” (BRASIL, 2015).

Estudos de clima urbano já foram realizados em grandes centros urbanos para identificar fatores da urbanização, verticalização e uso do solo, propriamente dito, e sua relação com a temperatura do ar próximo a superfície. Sobre as cidades menores, Mendonça (2003) afirma que quanto menor o tamanho de uma cidade, menor também será sua expressividade ou singularidade climática dentro das condições atmosféricas no âmbito regional. Porém, para estudos de clima e saúde, como a incidência de casos de dengue, a análise das diferentes temperaturas do ar no perímetro urbano podem

<sup>1</sup> Índice de Infestação Predial do *Aedes Aegypti*.

<sup>2</sup> É o mapeamento rápido dos índices de infestação por *Aedes aegypti*.

demonstrar áreas mais susceptíveis para procriação dos vetores. Pensando nisso, buscou-se analisar as temperaturas do ar da cidade de Paranavaí e assim, gerar aproximações em relação aos casos de dengue.

Mendonça (2003) define uma metodologia de trabalho para evidenciar diferenças no clima urbano em três etapas distintas, sendo: a) definição tanto da área de estudo quanto do subsistema a ser estudado (aspectos da termodinâmica, físico-químico ou hidrometeorológico); b) análise espacial, analisar e compreender como ocorre a distribuição dos elementos na cidade e, assim, definir os pontos de coleta de dados e; c) o levantamento de dados de campo.

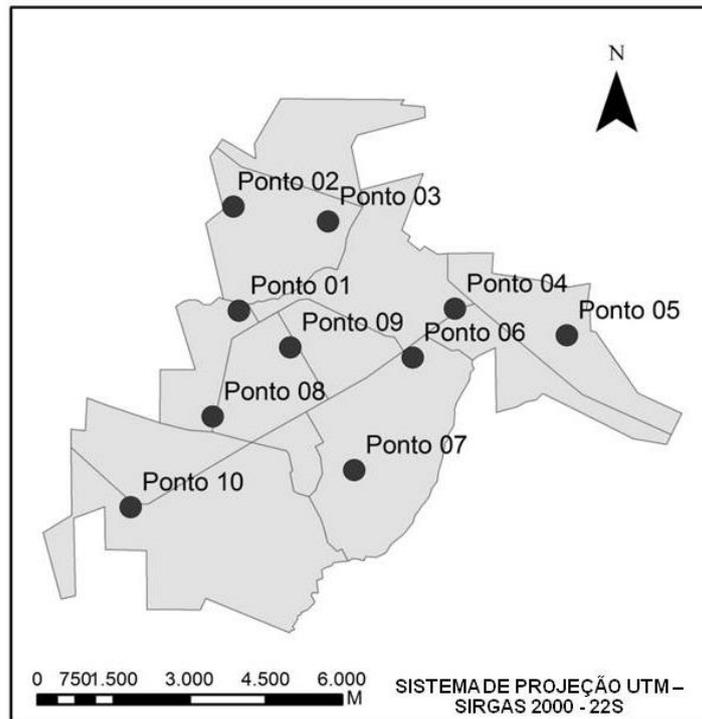
Sendo assim, optou-se pela instalação dos sensores em dez locais do perímetro urbano de Paranavaí e do Distrito de Sumaré para análise das variações de temperatura, bem como identificar possíveis formações de ilhas de calor. Para isso, procedeu-se com a instalação dos miniabrigos no dia 07 de abril de 2014 (Figura 1). O primeiro contato com os locais previstos para instalação ocorreu na semana anterior com o envio de ofícios solicitando autorização do espaço.

O primeiro miniabrigo (Ponto 01 – Figura 2) foi instalado no Colégio SESI/SENAI - Serviço Social da Indústria - Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial – na Rua Gabriel Esperidião, s/n e localizado no setor denominado como Ouro Verde, por volta das 08h30min da manhã de 07 de abril.

O segundo miniabrigo (Ponto 02) instalado foi por volta das 09h15min da manhã na Universidade Estadual do Paraná/FAFIPA, Campus de Paranavaí, na Avenida Gabriel Esperidião, s/n, localizado no setor Morumbi.



**Figura 1** - Área Urbana Contínua de Paranavaí/PR – Distribuição dos abrigos e HOBO.



**Fonte:** Secretaria Municipal de Saúde de Paranavaí

**Figura 2** - Mini abrigo instalado no Colégio SESI/SENAI.



**Fonte:** autores (2014) e Google Earth (2014).

O terceiro miniabrigo (Ponto 03) foi instalado no Instituto Federal do Paraná, Campus de Paranavaí, por volta das 09h45min, também localizado no setor Morumbi.

O quarto miniabrigo (Ponto 04) foi instalado no setor definido como Guanabara, na Empresa Equagril – Equipamentos Agrícola - Rodovia Heitor de Alencar Furtado, nº. 8171, no Jardim Santos Dumond, por volta das 11h25min da manhã do dia 07 de abril.

No Distrito de Sumaré foi instalado o quinto mini abrigo (Ponto 05 – Figura 3), no Colégio Estadual Adelia Rossi Arnaldi, por volta das 11h45min.

**Figura 3** - Mini abrigo instalado no Colégio Estadual Adelia Rossi Arnaldi.



**Fonte:** autores (2014) e Google Earth (2014).

O sexto miniabrigo (Ponto 06) foi instalado por volta das 15h45min. O contato prévio para instalação desse abrigo se deu com a Escola Municipal Santos Dumond, porém, ao chegar para a instalação do equipamento foi comentado pela equipe pedagógica que a escola não possuía local seguro e, sendo assim, foi indicado a instalação em uma residência na Rua Barão do Cerro Azul, esquina com a escola, localizado também no setor Vila Operária.

Com o sétimo abrigo (Ponto 07), ocorreu o mesmo fato que no anterior, pois o contato prévio se deu com a Escola Municipal Getúlio Vargas, mas no momento da instalação não foi identificado um local seguro para o equipamento. Procedeu-se com a

instalação, por volta das 16h30, em uma residência indicada por funcionários da escola, na esquina com as ruas de nome 3 e 6, no Jardim Farropilha, que encontra-se no setor Vila Operária.

O oitavo abrigo (Ponto 08) foi instalado na Associação dos Portadores de Doença Especial – APDE – por volta das 17h30min. Está localizado na Avenida Lázaro Figueiredo Vieira, 220, e faz parte do setor Centro.

O nono miniabrigo (Ponto 09) também foi instalado no setor Centro, por volta das 18h45min da tarde do dia 07. Trata-se de uma residência localizada no centro da cidade, na Rua Serafim Afonso Costa, 2477, e apresenta-se como ponto de referência da área com maior verticalização.

O décimo e último miniabrigo (Ponto 10 – Figura 4) foi instalado na manhã do dia 08 de abril de 2014, na empresa Mudas Meurer, localizado na Rodovia Heitor de Alencar Furtado, no bairro e setor Jardim São Jorge. A instalação ocorreu por volta das 10h30min, pela manhã, tornando esse horário como inicial na análise e comparação entre os pontos.

**Figura 4** - Mini abrigo instalado na empresa Mudas Meurer.



**Fonte:** autores (2014) e Google Earth (2014).

Os dados foram coletados no período de 07 a 14 de abril de 2014, mas filtrados para serem usados a partir da instalação de todos os abrigos, ou seja, do dia 08 ao dia 14. Como mencionando anteriormente, optou-se por selecionar três horários diários para análise do clima urbano, sendo às 7h, 12h e 18 horas.

Após a coleta de dados, realizou-se o mapeamento das ilhas de calor do município com o uso de isotermas a fim de se espacializar as diferenças térmicas entre os diversos pontos.

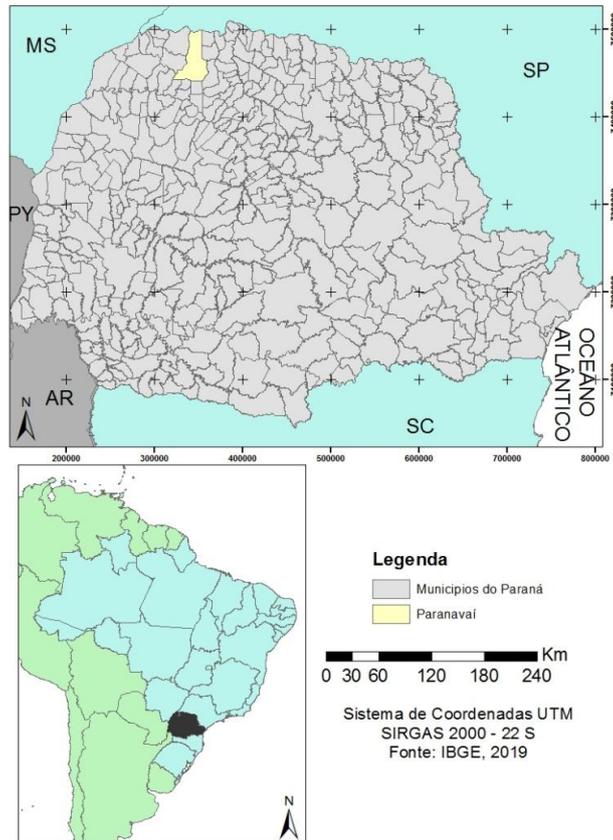
Para tanto se utilizou o método da krigagem por meio do *software ESRI - ArcGis 10.1*. A krigagem se consiste em um conjunto de técnicas geoestatísticas utilizadas para a parametrização da estimativa de valores em áreas onde não foi feita medição do dado representado. Os valores são calculados a partir da distância entre a amostra e o ponto estimado no espaço, pressupondo a existência da dependência entre os dados coletados (BETTINI, 2007).

### **Aspectos Socioambientais Urbanos de Paranavaí**

Paranavaí é um município do estado do Paraná, situado na microrregião denominada Norte Novíssimo. Segundo IBGE (2014), no ano de 2010 o município possuía um total de 81.590 habitantes, os quais 95% habitam a área urbana e densidade demográfica de 67,86 hab./km<sup>2</sup>. Possui uma área municipal de 1.202,266 km<sup>2</sup>.

Segundo o IBGE (2014), a área que compreende os limites políticos administrativos de Paranavaí “é uma imensa zona situada a noroeste, na bacia dos rios Paraná e Paranapanema, nos limites do Paraná com o Mato Grosso do Sul” - Figura 5.

**Figura 5** - Cartograma de localização do Município de Paranavaí – Paraná.



Fonte: IBGE.

Paranavaí, com altitude de aproximadamente 500m, situa-se no terceiro planalto paranaense e apresenta o clima Cfa segundo a classificação de Köppen, ou seja, tem verões com temperaturas superiores a 22°C, e que podem atingir a marca de 35°C, e chuva bem distribuída durante todo o ano, sendo que os totais médios de precipitação para os meses de primavera e verão são superiores a 100 mm (MENDONÇA e DANNI-OLIVEIRA, 2007). Segundo Sousa (2008), essas condições climáticas são favoráveis ao ciclo de vida do mosquito *Aedes aegypti*, um dos vetores da dengue.

O Plano Diretor do Município (PDM, 2008) de Paranavaí estabeleceu o macrozoneamento urbano de Paranavaí, indicando áreas consolidadas, de expansão controlada, de qualificação e zonas especiais (Figura 6). A macrozona de consolidação (cor azul) representa a área de concentração de comércios e serviços de pequeno porte nas principais vias arteriais da cidade; a macrozona Urbana de Indústrias e Serviços de

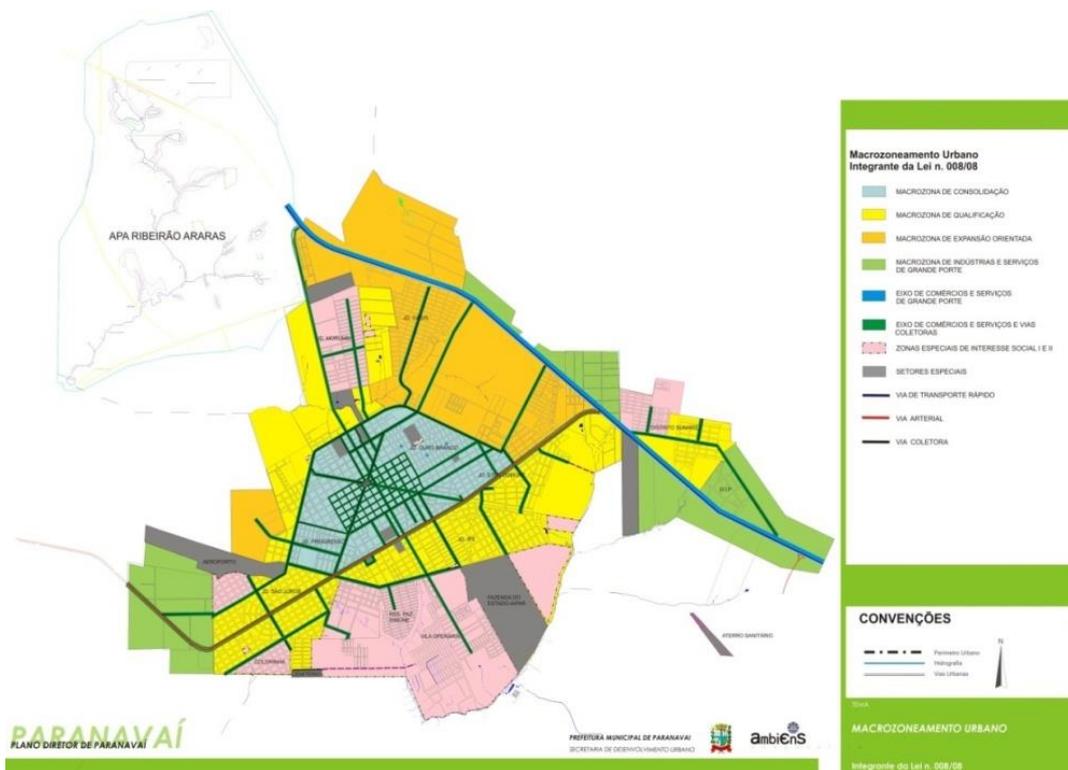
Grande Porte (cor verde) representa a área de concentração de indústrias e serviços de grande porte e por isso é incompatível com os usos residenciais; e a macrozona Urbana de Expansão Orientada (cor laranja) é aquela que representa locais com concentração de propriedades vazias e que tendem a se tornar área de expansão urbana.

A Macrozona Urbana de Qualificação (cor amarela) compreende área dos bairros São Jorge, Sumaré, Vila Operária, Residencial Fazenda Simone, Jardim Morumbi e Jardim Santos Dumont. Segundo PDM (2008, p. 28), possuem:

(...) menor incidência de infra-estrutura e equipamentos públicos; distrito conurbado com a sede urbana; localizado próximo a área de concentração industrial; predominância de moradores de baixo poder aquisitivo; alta vulnerabilidade social dos moradores; condição habitacional precária e irregularidade fundiária.

Segundo IBGE (2014), a incidência de pobreza no Município está em 40,52% da população. Ao observar a região, Paranavaí apresenta o índice inferior aos municípios fronteiriços que tem valores variando entre 41% e 52%.

**Figura 6 - Paranavaí - Macrozoneamento Urbano.**

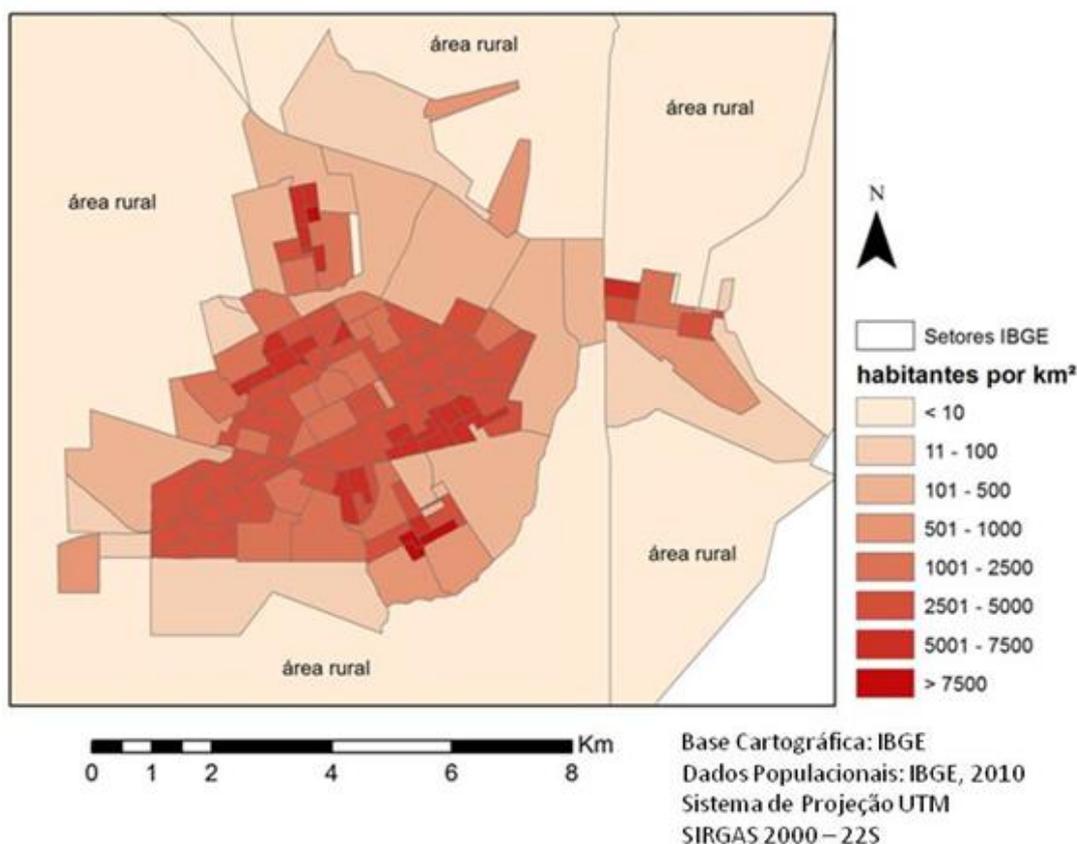


Fonte: Adaptado de Plano Diretor Municipal – Lei n.º 008/08.



Os problemas sociais e estruturais são importantes para compreender as dinâmicas das cidades e assim a formação de situações de vulnerabilidades às doenças como a dengue. Além das macrozonas empregou-se também na presente análise os dados de densidade demográfica (Figura 7) visando identificar a relação entre a concentração da população e a incidência dos criadouros do mosquito na cidade de Paranavaí.

**Figura 7** – Paranavaí - Densidade Demográfica da área urbana contínua – 2010.



**Fonte:** IBGE, 2014.

Observando-se o cartograma podemos identificar um número maior de habitantes nas áreas pericentrais que no centro da cidade propriamente dito, especialmente na macrozona de qualificação, que apresenta alguns locais com densidades superiores a 7000 habitantes por km<sup>2</sup>. O centro da cidade, mesmo não apresentando densidades iguais ao entorno ainda apresenta grande aglomeração de habitantes.

Como mencionado anteriormente, as condições estruturais aliadas às aglomerações podem ser indicadores para a transmissão da dengue, sendo assim, a porção sul da cidade destaca-se por registrar problemas estruturais, tais como a predominância de moradores de baixo poder aquisitivo e com alta vulnerabilidade social, ou seja, comportar grande número de habitantes em condições precárias, maximizando outros problemas urbanos.

## RESULTADOS

Os dados apresentados na Tabela 1 representam o recorte temporal utilizado para a confecção dos mapas climáticos. Sobre isso, é possível identificar quais horários registraram maior amplitude térmica. Às 12 horas foi o horário que apresentou as maiores diferenças entre as temperaturas, demonstrando, do dia 08 ao dia 13 de abril, os valores para amplitude térmica variando entre 3,4°C, 6,4°C, 4,2°C, 3,6°C, 5,3°C e 0,8°C, respectivamente. Dentre os horários supracitados, as maiores temperaturas foram registradas às 12h, porém, com algumas diferenças com o passar dos dias.

No dia 08, nove dos dez sensores térmicos registraram às 12 horas valores entre 35 e 36°C; porém no ponto 06 foi registrado o valor de 33,5°C. O ponto 06 corresponde ao setor denominado Vila Operária. Ainda no dia 08, o ponto que apresentou a maior temperatura registrada foi o localizado no ponto 05, no Distrito de Sumaré, às 12 horas, com 37,8°C, porém há que observar que às 18 horas do mesmo dia, o mesmo sensor foi o que registrou a menor temperatura, 29,3°C, indicando significativa amplitude térmica. Este fato foi observado em outros pontos, como no termômetro do ponto 10, localizado na rodovia, no sudoeste da cidade, que, no geral, apresentou altas temperaturas em relação aos outros locais, mas com a diminuição da radiação solar, tendeu a perder temperatura mais rapidamente.

Outro fato em relação ao ponto 10: ocorreram maiores oscilações nas temperaturas, que podem ser associados com a menor ação antrópica na verticalização e construção de residências.

**Tabela 1** - Área Urbana Contínua de Paranavaí/PR – Temperatura (°C) por ponto estratégico e hora – 08 a 14 de abril de 2014.

DATA	HORA	P 01	P 02	P 03	P 04	P 05	P 06	P 07	P 08	P 09	P 10
08/04/2014	12h	35,50	36,93	35,05	36,28	37,81	33,50	36,42	35,10	35,18	36,39
08/04/2014	18h	30,39	30,85	31,26	30,19	29,37	29,77	31,20	32,54	30,55	29,77
09/04/2014	07h	21,84	22,75	22,80	23,76	22,39	23,42	24,10	23,91	23,30	23,33
09/04/2014	12h	24,46	24,34	25,48	27,19	29,99	27,60	27,58	25,45	26,16	23,52
09/04/2014	18h	19,29	19,10	19,41	19,34	19,06	18,96	19,70	19,29	19,58	19,20
10/04/2014	07h	18,30	18,75	18,53	19,51	18,27	18,82	18,89	19,20	18,99	18,89
10/04/2014	12h	28,52	28,97	28,12	26,79	27,19	26,94	28,87	30,80	28,67	31,00
10/04/2014	18h	25,57	25,50	25,38	25,36	25,02	25,04	25,62	25,45	25,45	24,73
11/04/2014	07h	21,46	21,27	21,32	21,80	20,82	21,34	21,58	21,65	21,68	21,82
11/04/2014	12h	32,28	32,15	31,18	29,97	32,25	28,77	32,20	32,38	32,25	32,20
11/04/2014	18h	23,98	24,17	24,46	24,46	24,61	24,34	24,56	23,79	24,41	23,16
12/04/2014	07h	21,06	20,82	21,01	21,65	20,79	21,39	21,89	21,27	21,18	21,32
12/04/2014	12h	32,90	32,20	30,87	32,00	30,29	30,85	33,55	32,90	33,84	35,64
12/04/2014	18h	23,16	22,82	23,02	22,80	22,54	22,59	23,16	22,94	23,18	22,73
13/04/2014	07h	20,87	20,51	20,60	20,65	20,48	20,51	20,84	20,60	20,79	20,46
13/04/2014	12h	24,12	23,93	24,27	24,70	24,46	24,22	24,48	24,75	24,53	23,95
13/04/2014	18h	23,47	22,85	23,14	23,04	22,73	22,85	23,33	23,02	23,38	22,68
14/04/2014	07h	15,01	15,63	16,08	15,70	15,58	16,13	16,32	16,30	16,46	15,41

**Fonte:** Dados de campo.

Com a entrada de uma frente fria no dia 09 e no dia 12 (Tabela 2) ocasionaram chuvas e queda das temperaturas e, conseqüentemente, diminuição da amplitude térmica diária.

**Tabela 2** - Dados meteorológicos de Paranavaí – 08 a 14 de abril de 2014.

Data	Temp. máx. (°C)	Temp. min. (°C)	Temp. med. (°C)	Precipitação (mm)	Umidade (%)	Veloc. ventos (km/h)
08/04/2014	33,70	23,30	27,96	0,00	58,30	1,48
09/04/2014	32,50	19,10	24,00	19,80	75,93	2,66
10/04/2014	28,00	18,80	23,30	0,00	77,34	1,60
11/04/2014	30,20	21,60	24,69	0,40	74,41	1,81
12/04/2014	30,60	21,90	24,19	6,00	81,02	1,85
13/04/2014	24,00	19,60	21,91	0,00	81,42	2,37
14/04/2014	25,10	16,00	20,97	0,00	74,97	1,73

**Fonte:** SIMEPAR (2014).

A ocorrência de pancadas de chuvas nos dois dias foi suficiente para a queda nas temperaturas, deixando os valores próximos dos 20°C, nos dias 09 e 10 e, variando entre 20 e 24°C, no dia 13. No dia 14, às 7 horas, foram registradas as menores temperaturas durante o trabalho de campo; porém, com o aumento da radiação solar durante o dia, as temperaturas aumentaram, chegando à media de temperatura máxima a 25,1°C (SIMEPAR, 2014).

As figuras de 8 a 11 apresentam a dinâmica térmica da mancha urbana de Paranaíba. Podemos perceber que a região centro-leste da área urbana se caracterizou como a parte mais fresca dentre as estudadas, se configurando com uma ilha de frescor. Os dados coletados principalmente no horário das 12h apontam tal fato, e demonstram um maior valor nas regiões sudoeste, sudeste e noroeste.

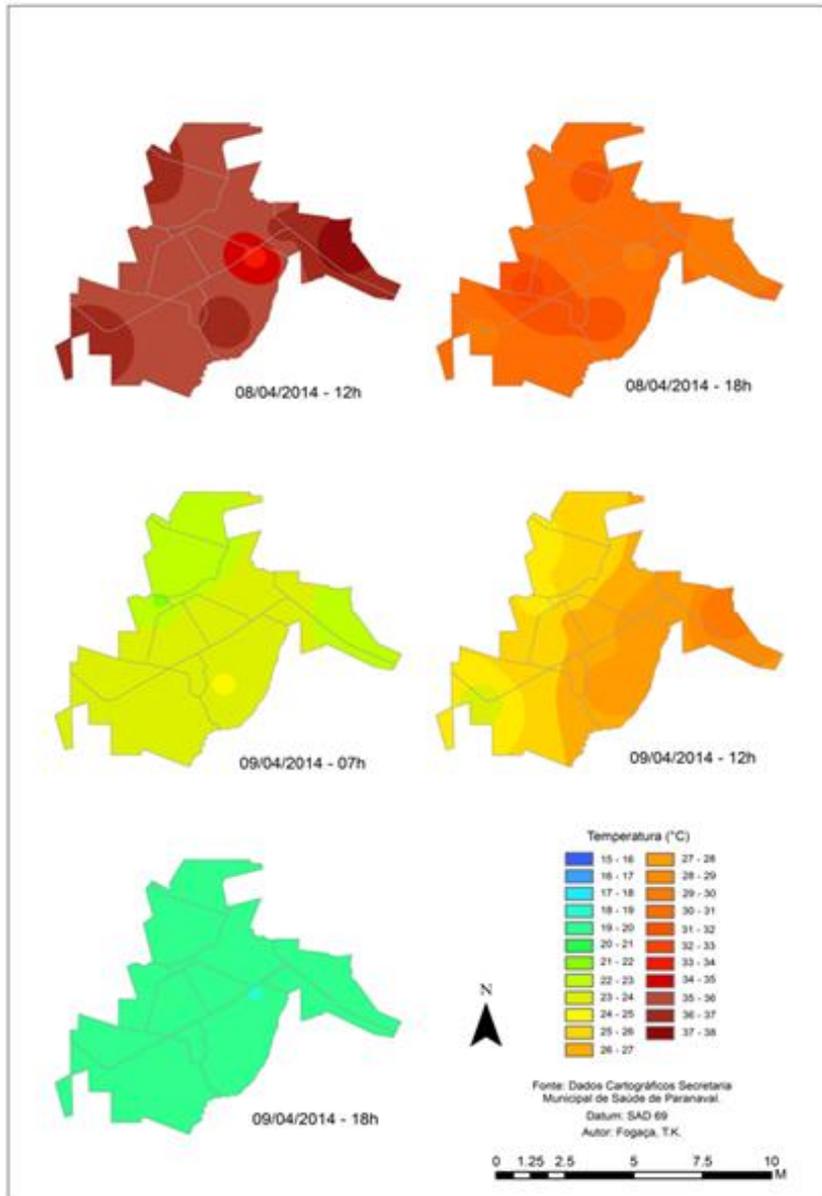
A distribuição das temperaturas pela mancha urbana de Paranaíba está diretamente relacionado com a de densidade demográfica no município, discutida na Figura 7. O centro geográfico local não se consiste como o de maior concentração de população, mas sim, algumas áreas nas regiões sudeste, sudoeste e noroeste.

Observa-se que, na maior parte das figuras, a região nordeste da área urbana de Paranaíba registrou os menores valores de temperatura especificamente nas áreas dos pontos 04 e 05. As localidades mais quentes por outro lado, situa-se no eixo sul sudeste da área urbana. Foram registradas diferenças que chegaram a mais de quatro graus entre ditas regiões (dia 10/04/2014 12h).

No dia 09/04/2014, dia em que foram registrados 19,8 mm de chuva, as diferenças de temperatura foram quase despercebidas sobretudo pela manhã e a noite, conforme observado na figura 8.



**Figura 8** - Área Urbana Contínua de Paranavaí-PR: Coleção de mapas de Isotermas - 08 e 09/04/2014.

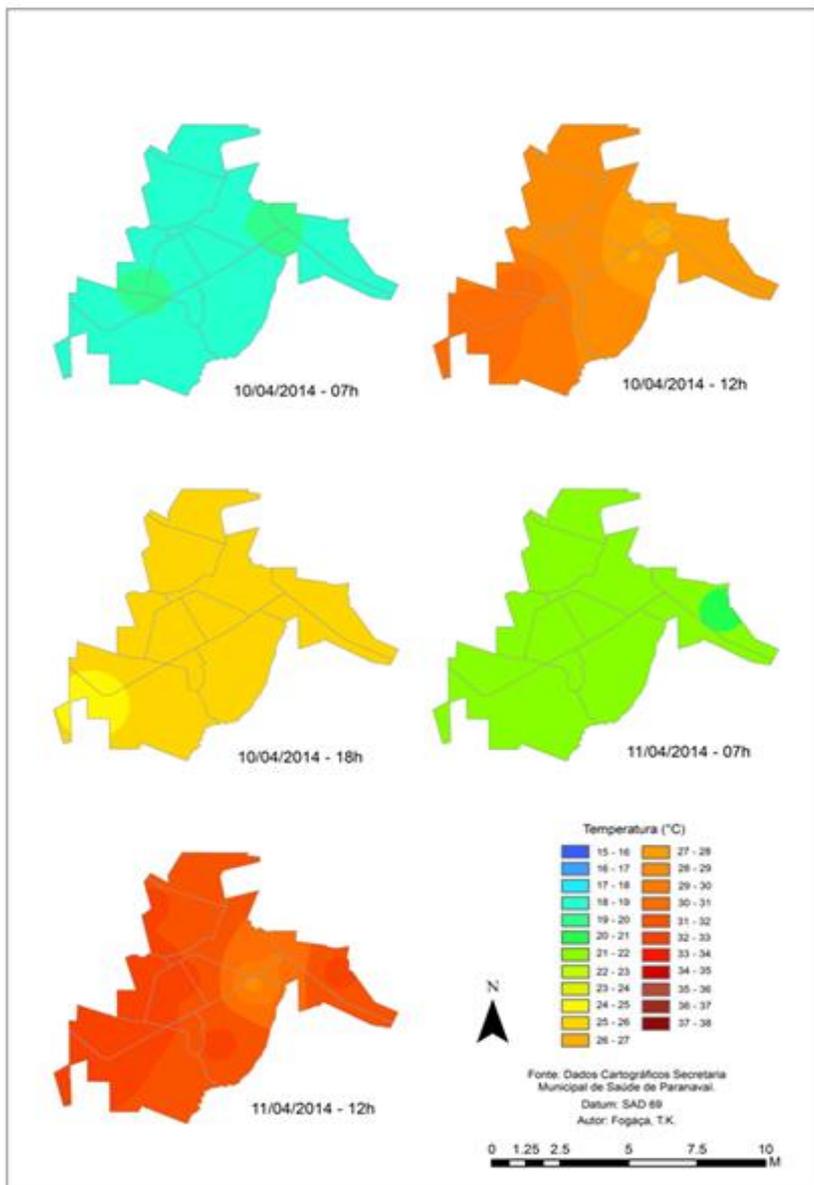


**Fonte:** Dados Cartográficos: Secretaria Municipal de Saúde de Paranavaí. Dados de clima: autores.

No dia 10/04/2014 por outro lado, sob domínio de um sistema atmosférico de alta pressão, com nenhum registro de chuva, e com baixas velocidades do vento, as diferenças térmicas foram maiores, conforme frisado anteriormente, e destacado na figura 9.



**Figura 9** - Área Urbana Contínua de Paranavaí-PR: Coleção de mapas de Isotermas – 10 e 11/04/2014.

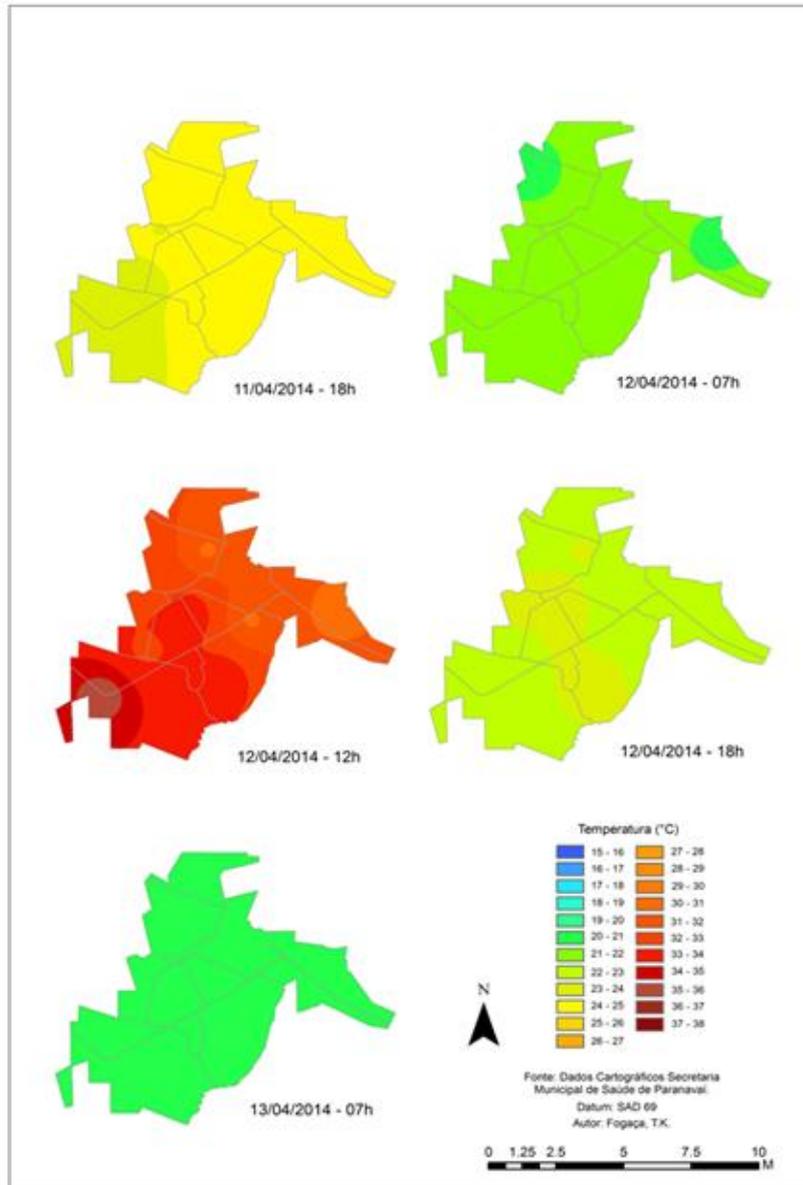


**Fonte:** Dados Cartográficos: Secretaria Municipal de Saúde de Paranavaí. Dados de clima: autores.

No dia 12/04/2014 entretanto, quando voltamos a ter registros de chuva, percebe-se ainda a existência das ilhas de calor na cidade, com diferenças significativas novamente, conforme observado pela figura 10.



**Figura 10** - Área Urbana Contínua de Paranaíba-PR: Coleção de mapas de Isothermas - 11 a 13/04/2014.

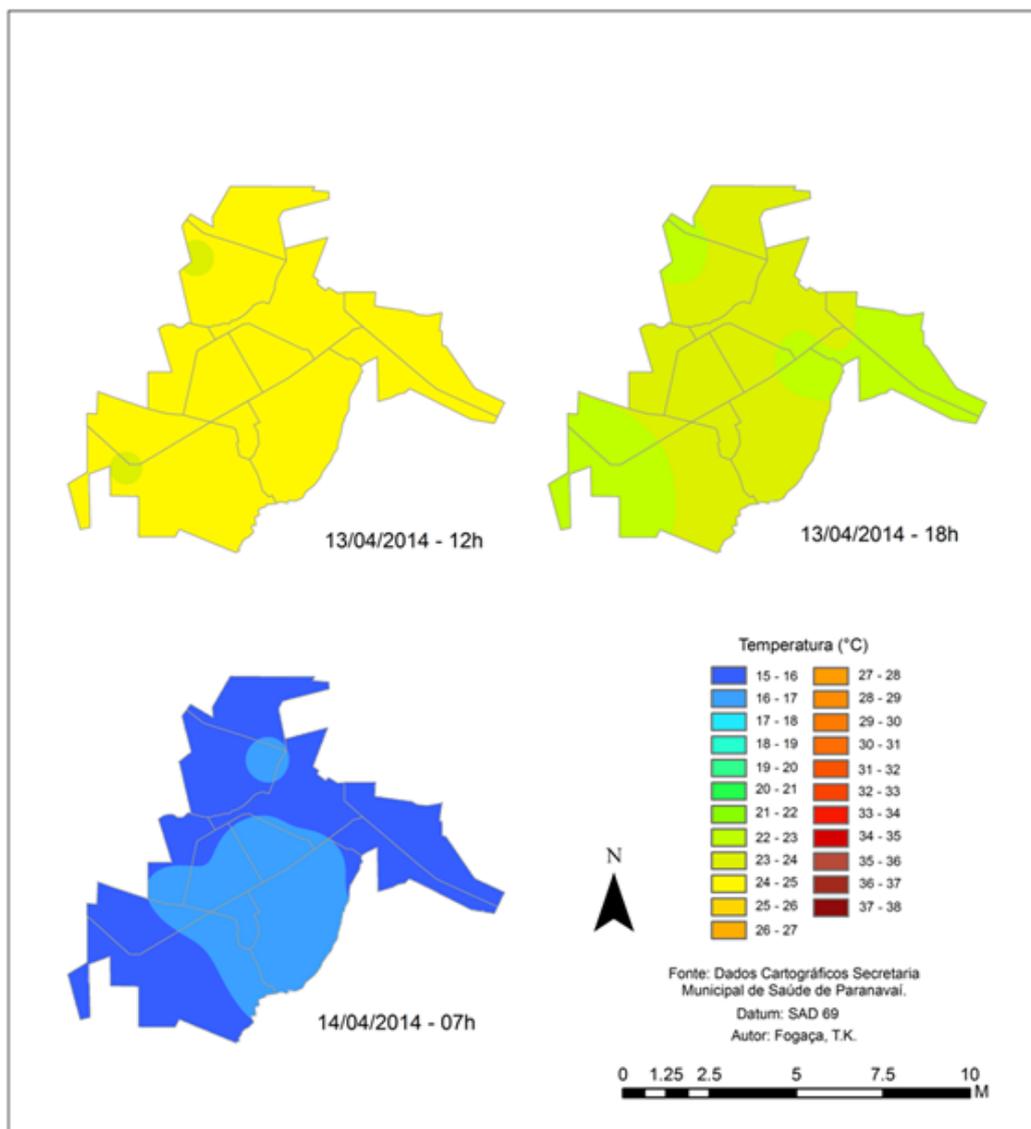


**Fonte:** Dados Cartográficos: Secretaria Municipal de Saúde de Paranaíba. Dados de clima: autores.

A figura 11 apresenta os resultados da krigagem para os dias 13 e 14/04/2014, onde, de maneira geral, é possível perceber uma ilha de calor de baixa intensidade se formando com núcleo na região mais urbanizada da cidade e sendo mais destacada no período noturno, por conta da inércia térmica.



**Figura 11** - Área Urbana Contínua de Paranavaí-PR: Coleção de mapas de Isotermas - 13 e 14/04/2014.



**Fonte:** Dados Cartográficos: Secretaria Municipal de Saúde de Paranavaí. Dados de clima: autores.

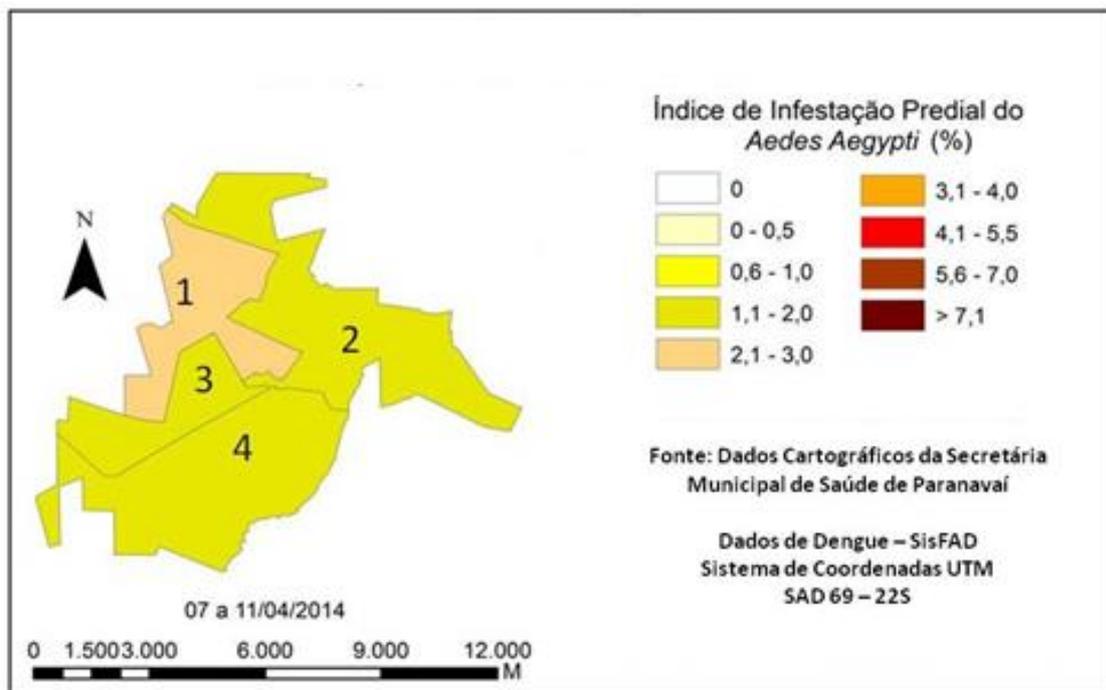
Com ênfase no clima e na dengue, como mencionando anteriormente, as temperaturas próximas aos 30°C são favoráveis para a reprodução do vetor. Sendo assim, observando os mapas de isothermas, percebe-se que ocorreram oscilações, que podem ser sentidas nos mapas do dia 09, 10 e 11, às 12 horas, e em todos os mapas das 18 horas.

Para fins de ação do vetor, observa-se que os horários com temperaturas ideais ocorrem durante todo o dia, salvo quando ocorreu chegada de frente fria. Como as

temperaturas se apresentaram entre 15 e 37°C, afirma-se que os dias que registraram temperaturas superiores aos 20°C são considerados favoráveis para o vetor. O que se pode perceber é que existem os locais que podem ser mais favoráveis, e são apontados nas variações de cores entre amarelo, laranja e vermelho.

Para identificar fatores de expansão do vetor, utilizou-se novamente o IIP, porém, apenas no ano de 2014. O levantamento da infestação do mosquito foi realizado pela equipe de vigilância epidemiologia do Município, entre os dias 07 e 11 de abril, coincidentemente na mesma semana que foi feito registro dos valores de temperatura do ar. Para buscar identificar correlações, optou-se pela confecção de um mapa de espacialização desses índices (Figura 12).

**Figura 12** - Área Urbana Contínua de Paranavaí: Índice de Infestação Predial por estrato - 07 a 11/04/2014.



**Fonte:** SisFAD e Secretaria Municipal de Saúde de Paranavaí, 2014.



O IIP indica que no mês de abril de 2014 ocorreu infestação (número de imóveis com presença de criadouros) suficiente para surtos de dengue na cidade. O estrato 1, é o que apresenta maior índice (2,9), e nos outros, 2, 3 e 4, apresentaram os valores, 1,7, 2,0 e 2,0, respectivamente.

O estrato um, foi um local, que se evidenciou nos mapas de isotermas, como área favorável ao mosquito, dentro dos limites de temperaturas estabelecidos como ótimo, principalmente as 7 e 18 horas. Embora a Figura 12, aponte a infestação em toda área contínua urbana de Paranavaí a diferença nos níveis de infestação segue uma lógica muito próxima a do campo térmico da cidade. É importante ressaltar que outros fatores como sorotipo, e políticas públicas também atuam na doença, mas o clima acaba tendo papel chave na limitação espaço-temporal de sua dinâmica.

## **DISCUSSÕES**

Na época da análise realizada, Paranavaí apresentava infestação pelo mosquito em toda sua área urbana, conforme demonstrado; contudo, em uma dada região, centro-oeste, o índice de infestação encontrava-se maior que as demais.

A dita área configurou-se como um local de baixas temperaturas quando comparadas a outras áreas analisadas, mantendo-se por mais tempo no intervalo de temperaturas consideradas adequadas para o melhor desenvolvimento do vetor (22°C a 30°C). Esta região diferencia-se das áreas com menores temperaturas por apresentarem menos áreas verdes, menor quantidade de arborização, e maior presença de materiais como concreto e asfalto.

Além disso, são áreas com o maior fluxo de veículos e trânsito de pessoas, movidas pela concentração de serviços da cidade nesta região. A concentração de serviços, além de atrair as populações e nortear o seu deslocamento, concentra as residências. A área em questão é a única no município onde se encontram edifícios de mais de três pavimentos.

Alguns sítios analisados apresentaram valores acima de 35°C, temperatura imprópria para o mosquito, enquanto que, no mesmo período, outros sítios registraram

valores entorno de 30°C. Tendo em vista esses resultados, tem-se que o clima urbano, portanto, acaba se configurando como um fator espacialmente limitante para a atuação do vetor.

A mitigação da problemática da ilha de calor não é solução fácil, todavia é viável e mais relativamente mais simples quando a realidade analisada é a de uma cidade de porte médio para pequeno como Paranavaí. A melhoria desta questão perpassa por questões como melhora no transporte público e incentivo a modais não motorizados, diminuindo o fluxo de veículos na região central, arborização de vias e criação de praças, parques e áreas verdes para garantir melhor balanço radioativo e fluxo de ventos, e dispersão dos serviços públicos por outras áreas do município, de modo que o fenômeno da concentração urbana no centro não seja intensificado.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho revelou uma análise episódica do campo térmico do clima urbano de Paranavaí e trouxe sua relação com a infestação de *Aedes aegypti* no município. O clima se configura como um fator determinante para a compreensão da dinâmica da dengue, dada sua relação com o vetor, o que deflagra a importância de trabalhos nesta ótica.

Vale ressaltar que a consolidação de epidemias de dengue corresponde há um conjunto de fatores (representados pela multicausalidade da doença), tais como o clima, urbanização, políticas públicas e educação ambiental. Nesse sentido, este trabalho buscou contribuir com ênfase na questão ambiental.

Em tempos de mudanças climáticas, analisar a influência do clima sobre aspectos da saúde humana torna-se fundamental, e o desenvolvimento de pesquisas como a presente, auxilia na compreensão de dita relação, auxiliando na compreensão do sistema multicausal de enfermidades que afetam diversas áreas do Brasil.

A atual disseminação de outros vírus (*Zika* e *Chikungunya*) pelo *Aedes aegypti* demonstra a complexidade e urgência desses estudos e, a Geografia da Saúde,

tem-se mostrado importante ciência nesse aspecto, ressaltando o papel dos geógrafos no controle dessas doenças.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AQUINO JÚNIOR, J. **A dengue na área urbana contínua de Maringá/PR: Uma abordagem socioambiental da epidemia de 2006/2007**. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2010, p. Dissertação de Mestrado - Geografia

BARRETO, M. L.; TEIXEIRA, M. G. Dengue no Brasil: situação epidemiológica e contribuição para uma agenda de pesquisa. **Estudos avançados**. São Paulo. Vol. 22. nº64., p.53 -72 ,2008.

BETTINI, C. Conceitos básicos de geoestatística. In: MEIRELLES, M. S. P.; CAMARA, G.; ALMEIDA, C. M. (Ed.). **Geomática: modelos e aplicações ambientais**. Brasília: Embrapa, 2007. cap. 4, p. 193-234.

BRASIL. **Ministério da Saúde**. 2015. Disponível em: [www.saude.gov.br/](http://www.saude.gov.br/). Acesso em 20/01/2018.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Programa Nacional de Controle da Dengue**. Vigilância Epidemiológica. 2002. Disponível em <[http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/pncd\\_2002.pdf](http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/pncd_2002.pdf)>. Acesso em 20/01/2018.

CASTELHANO, F; ROSEGHINI, W. F. F. A utilização de Policloreto de Vinila (PVC) na construção de mini-abrigos meteorológicos para aplicação em campo. **Revista Brasileira de Climatologia**, Curitiba, vol. 9, p.48 a 55, 2011.

COSTA, M. A. R. **A ocorrência do Aedes aegypti na Região Noroeste do Paraná: Um estudo sobre a epidemia da dengue em Paranavaí - 1999, na perspectiva da Geografia Médica**. Presidente Prudente: Faculdade de Ciências e Tecnologia-CT/Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho/ UNESP, 2001, p. Dissertação de Mestrado em Geografia

IBGE. **Censo Demográfico 2010**. Disponível em: <<http://www.censo2010.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 20 maio. 2016.

MENDONÇA, F. Aquecimento global e saúde: Uma perspectiva geográfica – Notas introdutórias. **Revista Terra Livre**, Presidente Prudente, v. 20,p. , 2003.

MENDONÇA, F.; DANNI-OLIVEIRA, I. M. **Climatologia** – Noções básicas e climas do Brasil. São Paulo: Editora Oficina e Textos, 2007.

MENDONÇA, F.; PAULA, E. V.; OLIVEIRA, M. M. F. Aspectos Sócio-Ambientais da Expansão da Dengue no Paraná. In: JACOBI, P.e FERREIRA, L.C. (Org.). **Diálogos em ambiente e sociedade no Brasil**. São Paulo: Annablume, 2006.p.

MONTEIRO, C. A. F. **Teoria e clima urbano**. São Paulo: IGEOG/USP, 1976.

OLIVEIRA, M. M. F. A dengue em Curitiba/PR: Uma abordagem climatológica do episódio de março/abril – 2002. **RA´E GA**, Curitiba, v. 8, p. 45-54, 2004.

PDM. **Plano Diretor Municipal de Paranavaí.** Lei complementar 08/2008.

ROSEGHINI, W. F. F. **Clima urbano e dengue no centro-sudoeste do Brasil.** Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2013, p. Tese de doutorado em Geografia.

SIMEPAR. **Sistema Meteorológico do Paraná.** Dados disponibilizados. 2014. <http://www.simepar.br/>. Acesso em: 21/05/2016

SOUSA, R. R. A propósito de um mapeamento da epidemia de dengue na cidade de Cuiabá, MT. **Revista Geografia Acadêmica.** Goiânia: v. 2. n. 1. p. 73-87, 2008.

TAUIL, P.L. Aspectos críticos do controle do dengue no Brasil. **Cadernos de Saúde Pública,** Rio de Janeiro, v.3, n.18 p.867-871, 2002.

Recebido para publicação em agosto de 2020.  
Aceito para publicação em fevereiro de 2020.