

**O CAMPO TÉRMICO E HIGROMÉTRICO EM CIDADE DE PEQUENO PORTE DO MÉDIO
SOLIMÕES-AMAZONAS-BRASIL**

THE HYGROMETRICAL AND THERMAL FIELDS IN A SMALL CITY OF THE MIDDLE SOLIMÕES-
AMAZONAS-BRAZIL

Natacha Cíntia Regina Aleixo

Universidade Federal do Amazonas - UFAM
Avenida General Rodrigo Octávio Jordão Ramos, 1200- Manaus/AM
natachaaleixo@ufam.edu.br

João Cândido André da Silva Neto

Universidade Federal do Amazonas - UFAM
Avenida General Rodrigo Octávio Jordão Ramos, 1200- Manaus/AM
joacandido@ufam.edu.br

Bruno Sarkis Vidal

Universidade Federal do Amazonas - UFAM
Avenida General Rodrigo Octávio Jordão Ramos, 1200- Manaus/AM
bruno.sarkis.v@gmail.com

RESUMO

O objetivo da pesquisa foi investigar o campo termo-higrométrico na cidade de Alvarães-AM. Para isso, foram coletados por transecto móvel dados de temperatura do ar, umidade relativa do ar (U.R.) e intensidade dos ventos no período de 14 a 18 de setembro de 2019, às 7h., 14h., 20h., em 54 pontos representativos na área urbana de Alvarães. Os dados foram tratados com técnicas estatísticas descritivas e especializados em software de geoprocessamento. Os resultados demonstraram diferenças térmicas no espaço urbano no período vespertino, com até 4,7° C e no período matutino e noturno de 3,6° C e 3,0° C, respectivamente. O campo higrométrico demonstrou valores superiores a 78% de U.R. no período matutino e noturno, no período vespertino, os índices demonstraram maiores amplitudes entre os pontos com valores de 40% a 84%. A espacialidade da temperatura do ar demonstrou que as áreas densamente construídas, com maior ausência ou pouca vegetação arbórea, solo exposto e impermeabilização do solo, contribuíram para a gênese da ilha de calor urbana.

Palavras-chaves: clima urbano, cidade pequeno porte, campo termo-higrométrico.

ABSTRACT

The goal of this survey was to verify the thermo-hygrometric field in the city of Alvarães-AM. For this, air temperature data were measured in september representing the mobile transect air, relative humidity (R.U.) and wind data intensity in the period from 14 to 19 in september of 2019, 7h., 14h., 20h., 54 points active in the urban area of Alvarães. The data were treated with descriptive statistics and specialized in geoprocessing software. The results of that happen in the urban space in the afternoon period 4,7°C, and in the morning and night periods of 3,6°C and 3.0°C, respectively. The hygrometric field showed values greater than 78% R.U. in the morning and at night, in the afternoon the indices showed greater values amplitudes between the points with values 84% to 40%. The location of the air temperature and spatiality, with the location of densely built areas and areas of low altitude, exposed soil and waterproofing of the largest soil, identified with urban heat island.

Keywords: urban climate, small city, thermo-hygrometric field.

1. Introdução

O clima urbano se configura em cidades inseridas em diferentes tipos climáticos e com características sociais, econômicas e físico-naturais distintas, uma vez que toda cidade possui seu clima próprio (MONTEIRO, 1976).

Para Monteiro (1976) o clima urbano configura-se como fato natural (clima local) e fato social (cidade) não sendo possível ainda decidir a partir de qual concentração populacional ou densidade de construções que a modificação da paisagem natural principia a constituição de um clima urbano. Dessa maneira, a cidade incrementa o calor no ambiente e propicia alterações na temperatura do ar, ventilação, composição química da atmosfera, umidade e até na precipitação pluvial (MONTEIRO, 1976; LANDSBERG, 1981; OKE e MAXWELL, 1975).

Dentro dos estudos de clima urbano, as ilhas de calor urbana têm sido analisadas como um dos aspectos principais das transformações no balanço de energia superfície-atmosfera decorrente do processo de urbanização e seu produto as cidades, envolvendo aspectos relacionados a sua configuração como: altitude, declividade, cobertura vegetal, tipos de tempo atuantes, bem como as formas (materiais, geometria) funções e os fluxos urbanos.

O fenômeno ilha de calor urbana, é parte característica do estudo do clima urbano, segundo Gartland (2010, p.9) as ilhas de calor são configuradas em áreas urbanas e suburbanas, pois, os materiais utilizados nas construções absorvem e retêm maior radiação solar em comparação com as áreas rurais ou menos urbanizadas.

Os estudos sobre o campo térmico e higrométrico, com enfoque analítico nas ilhas de calor e frescor e ilhas secas e úmidas, em tipo climático equatorial no território brasileiro, foram produzidos especialmente em cidades de porte grande e médio, com escassez de pesquisas em cidades de pequeno porte, em que habitam 38,88% da população brasileira. (ALEIXO e SILVA NETO, 2020; IBGE, 2010).

Contudo, em outros tipos climáticos no âmbito mundial, nas duas últimas décadas (2000-2020), têm sido produzidas pesquisas em maior volume em cidades de pequeno porte, inclusive naquelas com população inferior a 10.000 habitantes. Nas cidades pequenas verificou-se que a intensidade e magnitude das ilhas de calor também são elevadas e os cidadãos são impactados com seus efeitos no conforto térmico, saúde e aumento do consumo energético. (AMORIM, 2020; BLAZEJCZYK et al., 2008; FIALHO, 2016; KOLOKTSIA et al., 2009; TEIXEIRA e AMORIM, 2017; TEIXEIRA e AMORIM, 2019; TOROK et al., 2001; UGEDA JR e AMORIM, 2011).

Nas pesquisas realizadas em cidades pequenas no âmbito mundial, observou-se o efeito do fenômeno ilha de calor urbana, de magnitude moderada a muito forte, especialmente no período noturno. Com isso, verificou-se que as transformações da urbanização na paisagem influenciaram diretamente a atmosfera próxima a superfície. (TEIXEIRA e AMORIM, 2019; TOROK et al., 2001; ORTIZ-PORANGABA, 2015). A utilização de pontos fixos de monitoramento das variáveis meteorológicas e transectos móveis são os procedimentos técnicos mais utilizados nos estudos observacionais. Contudo, a utilização de produtos de sensoriamento remoto e modelagem têm ampliado as possibilidades analíticas nos estudos de clima urbano, com enfoque nas ilhas de calor urbanas atmosféricas e de superfície.

As ilhas de calor urbanas atmosférica e da superfície nas cidades brasileiras também tem sido evidenciadas em conjunto com condições de desigualdades socioespaciais no

ambiente urbano e verificou-se que a população é impactada de forma diferente pelo fenômeno em decorrência das condições de vulnerabilidade social, ou seja, o clima urbano nessa perspectiva também pode ser considerado uma construção social (ARAÚJO, 2014; FANTE, 2019; RAMPAZZO, 2019; SANT'ANNA NETO, 2011).

Neste contexto, o estudo das ilhas de calor em cidades pequenas, é essencial para promover diagnósticos e prognósticos que contribuam com ações efetivas de planejadores, movimentos sociais e sociedade civil para minimizar os impactos socioambientais decorrentes do fenômeno na qualidade de vida da população.

No estado do Amazonas, o campo térmico foi analisado nas cidades médias de Tefé e Coari e principalmente na capital Manaus. (AGUIAR, 1995; ALEIXO e SILVA NETO 2019; ALMEIDA, 2021; CORRÊA et al, 2016; LOPES et al., 2019). Todavia, ocorre a escassez de pesquisas sobre o campo térmico nas cidades pequenas do estado. Neste contexto, o objetivo da pesquisa foi investigar o campo termo-higrométrico na cidade de Alvarães-AM.

2. Área de estudo

O município de Alvarães está localizado no Médio Solimões, em na área definida por Viana (2008) como Amazônia profunda, com baixo desmatamento (inferior a 2%) elevada presença de unidades de conservação e terras indígenas, composta por populações urbana-rural, tradicionais e indígenas, possuindo acesso apenas por via fluvial.

A cidade de Alvarães é considerada na tipologia urbana definida por Schor e Oliveira (2011) como cidade especial, devido às carências de infraestrutura que possibilite exercer plenamente as funções urbanas e por sua localização geográfica, que torna complicada a sua relação com a calha central do rio, encontrando-se dependentes de outras cidades médias e pequenas de responsabilidade territorial do entorno, como Tefé.

Segundo o IBGE (2021) a população estimada para o município de Alvarães para o ano de 2021 foi de 16.396 habitantes, a extensão territorial da área urbana é de 1.800 m² e sua distância de Manaus, capital do Estado do Amazonas é de 668 km por via fluvial (Figura 1).

Alvarães se insere no tipo climático equatorial superúmido (IBGE,2002) possui média anual de chuvas de 2.253mm por ano (ANA, 2021) e por localizar-se próxima a linha do Equador não possui elevada amplitude térmica ao longo dos meses do ano, sendo a sazonalidade climática definida pelo regime pluvial.

O município de Alvarães possui 62 metros de altitude e não obtém estação

meteorológica em seu espaço, apenas posto pluvial e fluvial da Agência Nacional de Águas (ANA). Conforme observou-se na série de dados pluvial da ANA de 2005-2020, disponível no gráfico 1, a média mensal de precipitação é maior no período de dezembro a maio, denominado inverno amazônico, em que diferentes sistemas precipitantes atuam na região, como a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), Alta da Bolívia e Linhas de Instabilidade. O período com diminuição dos totais pluviais ocorre de junho a novembro, caracterizado como verão amazônico.

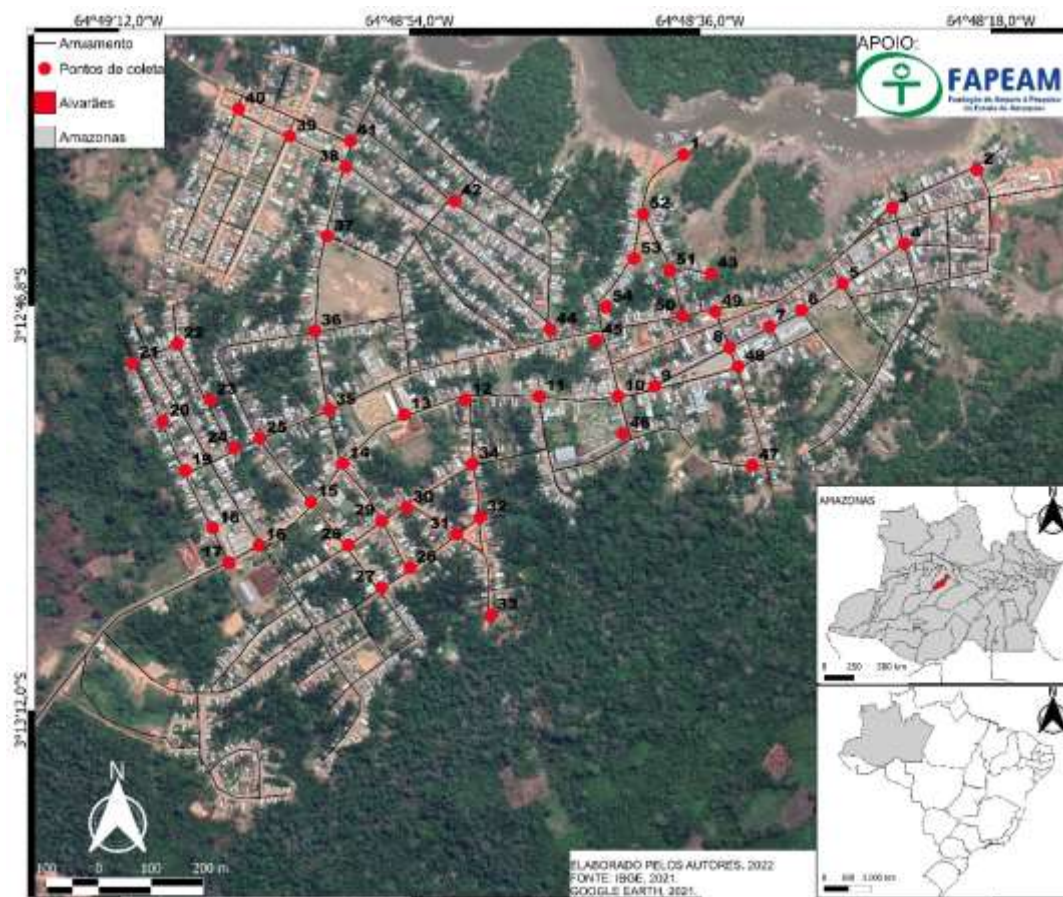
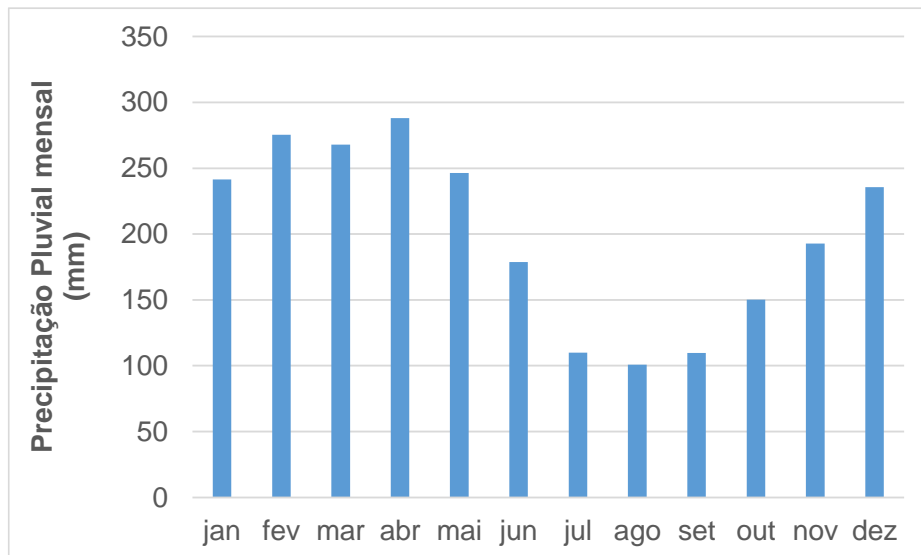


Figura 1. Localização do município de Alvarães - AM e pontos de mensuração dos dados. Org: Autores, 2019.

Gráfico 1. Precipitação Pluvial mensal em Alvarães-AM (2005-2020).



Fonte: ANA, 2021.

3. Material e Métodos

O referencial teórico-metodológico baseou-se na proposta teórica e metodológica do Sistema Clima Urbano (Monteiro, 1976), com ênfase no subsistema termodinâmico. Além disso, incorporou técnicas analíticas utilizadas em pesquisa sobre ilhas de calor urbanas realizadas em cidades de pequeno porte no território brasileiro (AMORIM, 2020; 2019; FIALHO et al., 2018; PORANGABA e AMORIM, 2017, UGEDA JR e AMORIM, 2011).

Para coleta dos dados dos elementos meteorológicos, como a temperatura do ar, a umidade relativa do ar e a velocidade dos ventos, utilizou-se do aparelho termohigrômetro digital da marca MINIPA MT-241A e anemômetro da marca ITAN 700.

Os dados foram coletados por meio da realização dos transectos móveis (OKE, 1978; FIALHO et al., 2016; PORANGABA e AMORIM, 2017) na área urbana de Alvarães no período de 14 a 18 de setembro de 2019.

A escolha pela realização dos transectos móveis no mês de setembro, ocorreu pelo mês ser representativo do período seco na Amazônia Central, com isso, se tem a presença de dias ensolarados, com menor nebulosidade, estabilidade atmosférica e escassez de eventos de precipitação pluvial. A escolha de um episódio de cinco dias para análise do campo térmico e higrométrico, é referente aos recursos financeiros e humanos disponíveis para realização da mensuração na área de estudo no referido período.

O transectos ocorreram em cinco dias, em três horários: às 7:00h da manhã, representativo do início do aquecimento, às 14:00h. representativo do período vespertino com maior aquecimento da superfície e a noite às 20h representativo do período de emissão do calor armazenado no período diurno. Pode se observar o percurso do transecto móvel na figura 1.

Os transectos móveis foram realizados utilizando veículo automotor, com velocidade inferior a 40 km por hora, no período de 40 a 45 minutos, durante o percurso 54 pontos foram mensurados.

Após a coleta, os dados dos transectos móveis, foram tabulados e tratados estatisticamente com técnicas descritivas como valor máximo e mínimo, média, amplitude.

Para análise tampo-espacial do campo térmico e higrométrico os dados coletados foram georreferenciados e interpolados utilizando-se do método de interpolação do Inverso do quadrado da distância - IDW (Inverse Distance Weighted) e mapeados no software de geoprocessamento Q.GIS 3.10.

Além disso, foram identificadas as diferenças térmicas, com o cálculo das intensidade do fenômeno ilha de calor urbana. O cálculo foi realizado pela diferença entre os valores de temperatura do ar dos pontos de mensuração na área urbana em relação aos valores de temperatura do ar do ponto do entorno próximo (com presença de atividades rurais e pequena distância da floresta).

A realização do cálculo de intensidade da ilha de calor urbana, segundo Garcia (1996) considera a intensidade como indicativa da magnitude do fenômeno. Garcia (1996) define que as intensidades das ilhas de calor podem ser classificadas como de 0 a 2°C fraca magnitude, de 2 a 4°C média magnitude, de 4 a 6°C forte magnitude e acima de 6°C muito alta magnitude.

4. O campo térmico e higrométrico em Alvarães-AM.

As mensurações diurnas são relevantes para representar o início do aquecimento e vespertina os horários de maior aquecimento da superfície. Contudo, as pesquisas sobre as ilhas de calor urbanas, inclusive em clima tropical e equatorial, têm evidenciado as mensurações noturnas como significativas para avaliação da capacidade de retenção e liberação de calor durante todo o aquecimento do dia na heterogeneidade das formas e fluxos

urbanos. (ALEIXO et al., 2019; ALEIXO et al.2020; AMORIM, 2019; AMORIM, 2020; UGEDA JR. E AMORIM, 2011; FIALHO, 2012).

No período de mensuração dos dados térmicos e higrométricos ocorreu ampla nebulosidade no período da manhã no dia 15 de setembro de 2019, devido à termodinâmica e a presença de linhas de sistemas convectivos de mesoescala em todo o período diurno na região do Médio Solimões.

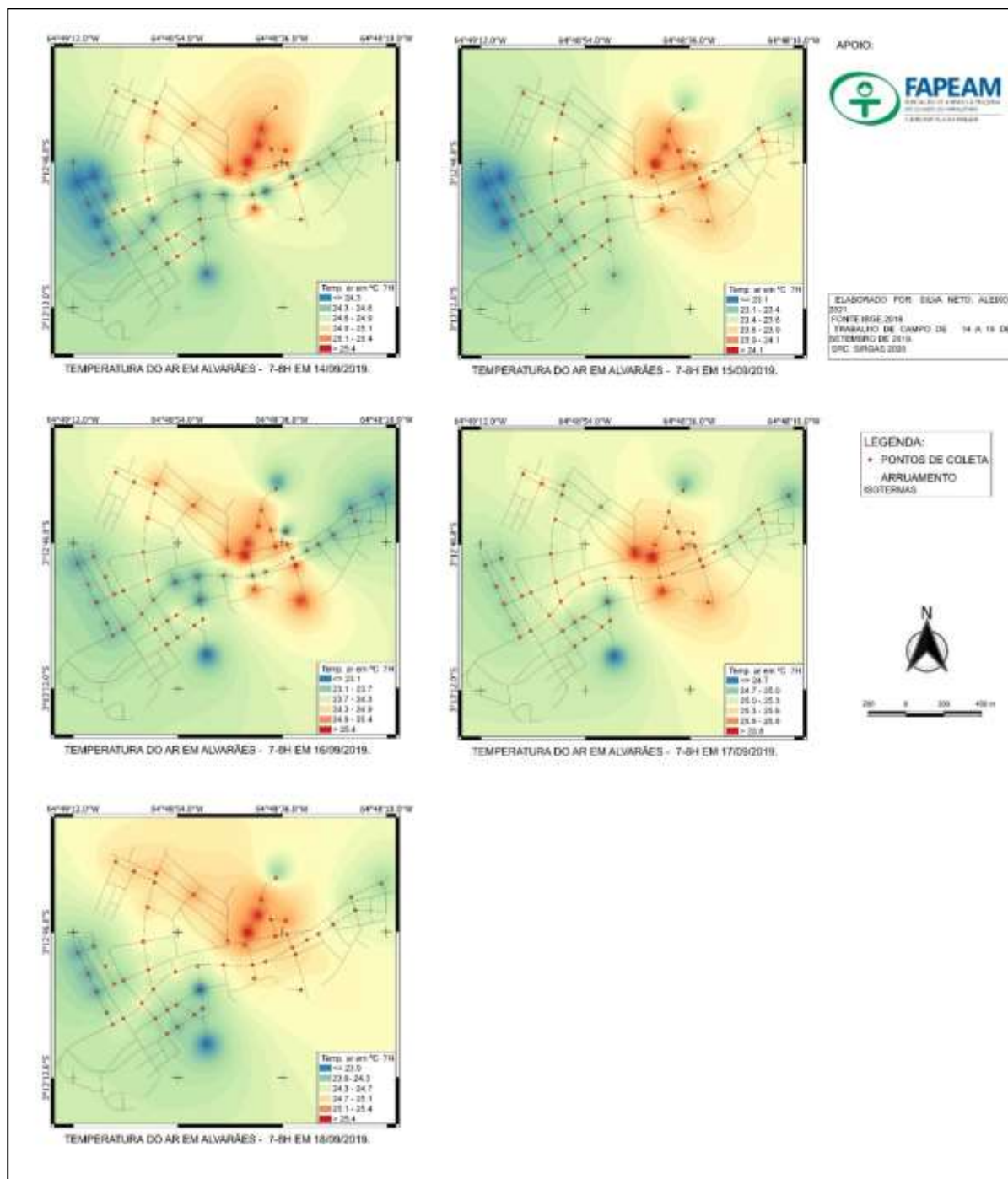
Dessa forma, ocorreu também evento de precipitação pluvial pela manhã, que favoreceu a presença de temperaturas mais amenas detectadas durante os três horários do dia 15/09/2019. Nos horários após o evento de precipitação pluvial e na manhã do dia seguinte (16/09) ocorreu maior homogeneidade das temperaturas do ar no espaço urbano e o aumento da umidade relativa do ar nos pontos analisados.

O mapeamento da temperatura do ar na cidade de Alvarães é visualizado na prancha 1. A temperatura do ar na área intra-urbana entre os pontos de coleta de Alvarães às 7h. apresentou variação ao longo dos dias de mensuração de 24,4 a 26,2°C e as mínimas de 22,5 a 24,4°C. A diferença térmica máxima entre os pontos foi de 3,6°C no dia 16 de setembro de 2019. As diferenças térmicas no período matutino foram consideradas de magnitude moderadas nos dias 16 e 18-09.

Às 7h. os pontos com menor temperatura do ar estiveram localizados próximos a orla fluvial e a floresta e as maiores temperaturas na parte central densamente construída e com escassez de vegetação arbórea.

A umidade relativa do ar em Alvarães às 7h. apresentou valores elevados, sendo as máximas ao longo dos dias de coleta entre 84 a 89% e as mínimas entre 78 a 85%. A amplitude máxima entre os pontos neste horário ocorreu no dia 14 de setembro com 9% (Prancha 2).

Prancha 1: Temperatura do ar em Alvarães – 7h. (14 a 18 de setembro de 2019)

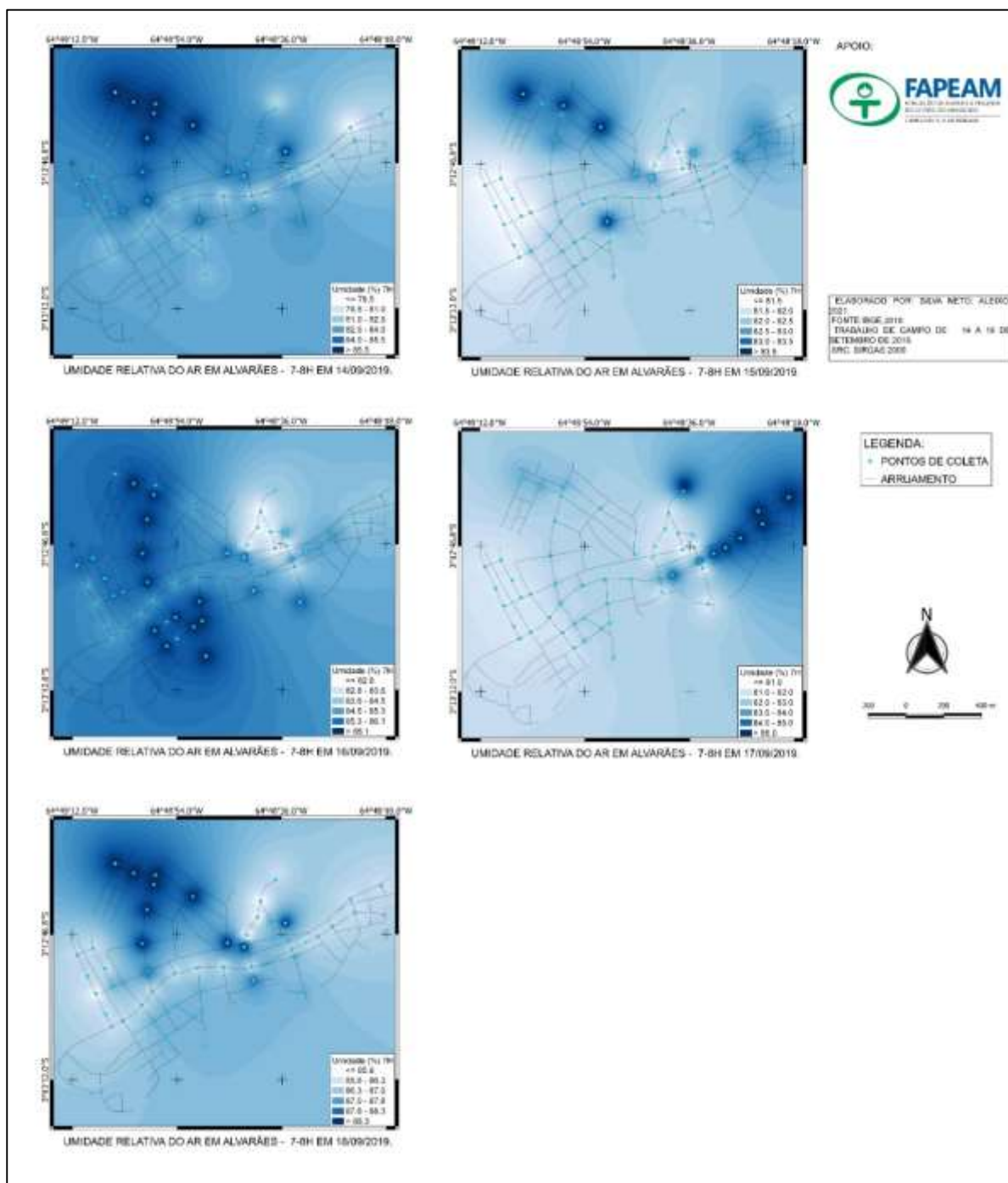


Organização: Autores, 2021. Fonte: trabalho de campo.

Às 7h, a espacialidade da umidade relativa do ar (prancha 2) foi praticamente homogênea na cidade, com amplitude baixa entre os pontos.

A intensidade dos ventos em Alvarães no período de coleta matutino, demonstrou-se em situação de calmaria a brisa leve, com variação de 0,15 a 1,5m/s.

Prancha 2: Umidade relativa do ar em Alvarães – 7h. (14 a 18 de setembro de 2019)

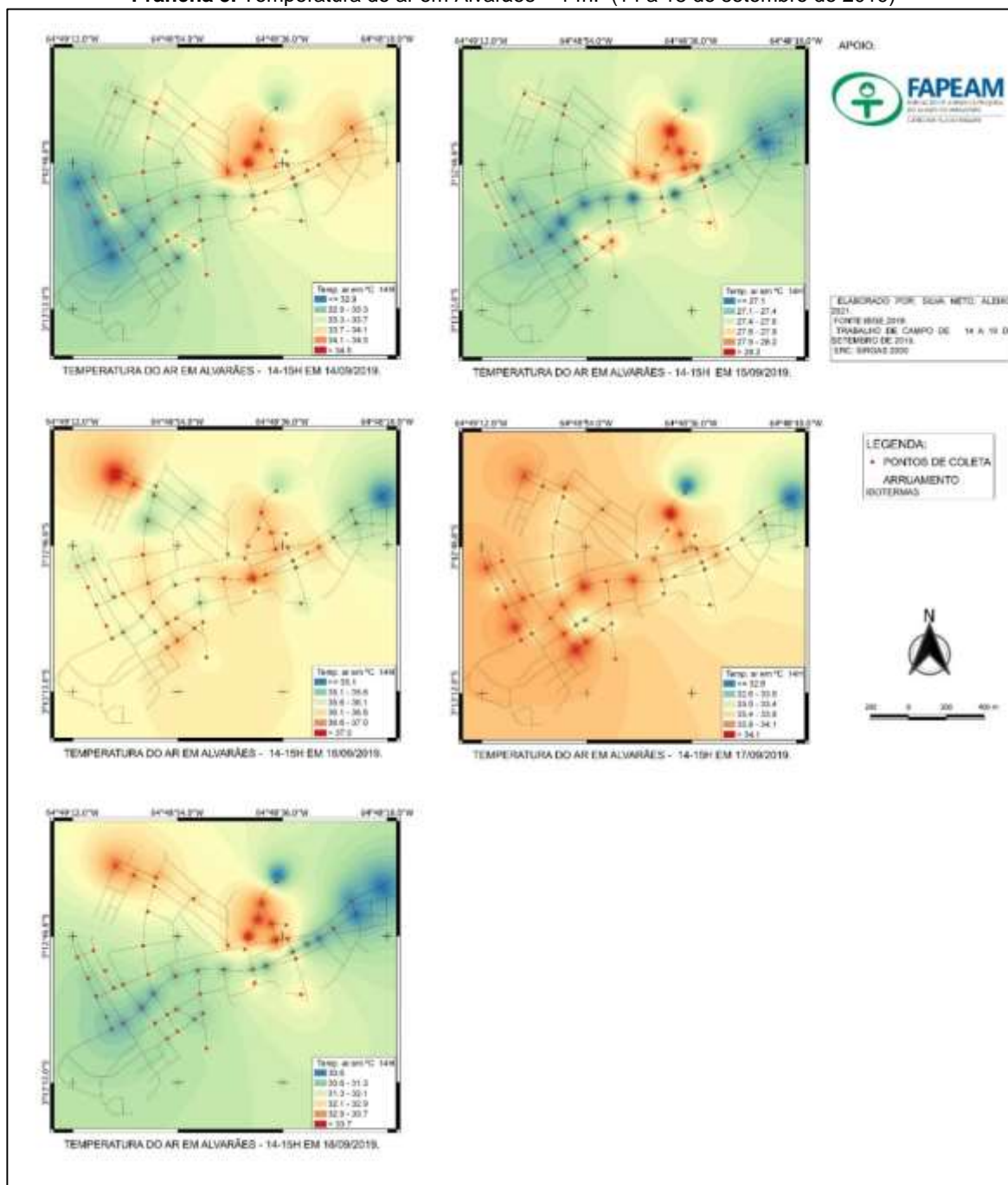


Organização: Autores, 2021. Fonte: trabalho de campo.

Os pontos próximos a orla fluvial na parte norte, nordeste e a noroeste apresentaram intensidade superiores nos dias analisados, entretanto, as situações de calmaria predominaram na cidade neste horário.

No horário vespertino às 14h, a temperatura do ar variou de 37,6 a 34,5°C às máximas e de 34,6 a 26,9 °C às mínimas, sendo que a maior diferença térmica ocorreu no dia 18 de setembro com 4,7 °C e no dia 16 de setembro com 3°C (Prancha 3).

Prancha 3. Temperatura do ar em Alvarães – 14h. (14 a 18 de setembro de 2019)



Organização: Autores, 2021. Fonte: trabalho de campo.

As diferenças térmicas entre os pontos foram superiores ao período diurno, de acordo com a prancha 3, configurando intensidades térmicas de fortes e moderadas magnitudes, com exceção do dia 15/9 com fraca magnitude, em decorrência da nebulosidade e evento de precipitação pluvial. A intensidade dos ventos predominante foi calma a brisas leves e ventos fracos no dia 17/09, com velocidades variando entre 0,25 a 3,41m/s.

No dia 15/09 devido à presença de precipitação pluvial os valores de temperatura do ar foram mais homogêneos entre os pontos com diferença térmica de apenas, 1,6 °C.

Apesar de não ser homogêneo em todos os dias, o maior aquecimento ocorreu nas áreas mais densamente construídas da cidade e as menores temperaturas continuaram na orla fluvial e estrada próxima ao ambiente de floresta.

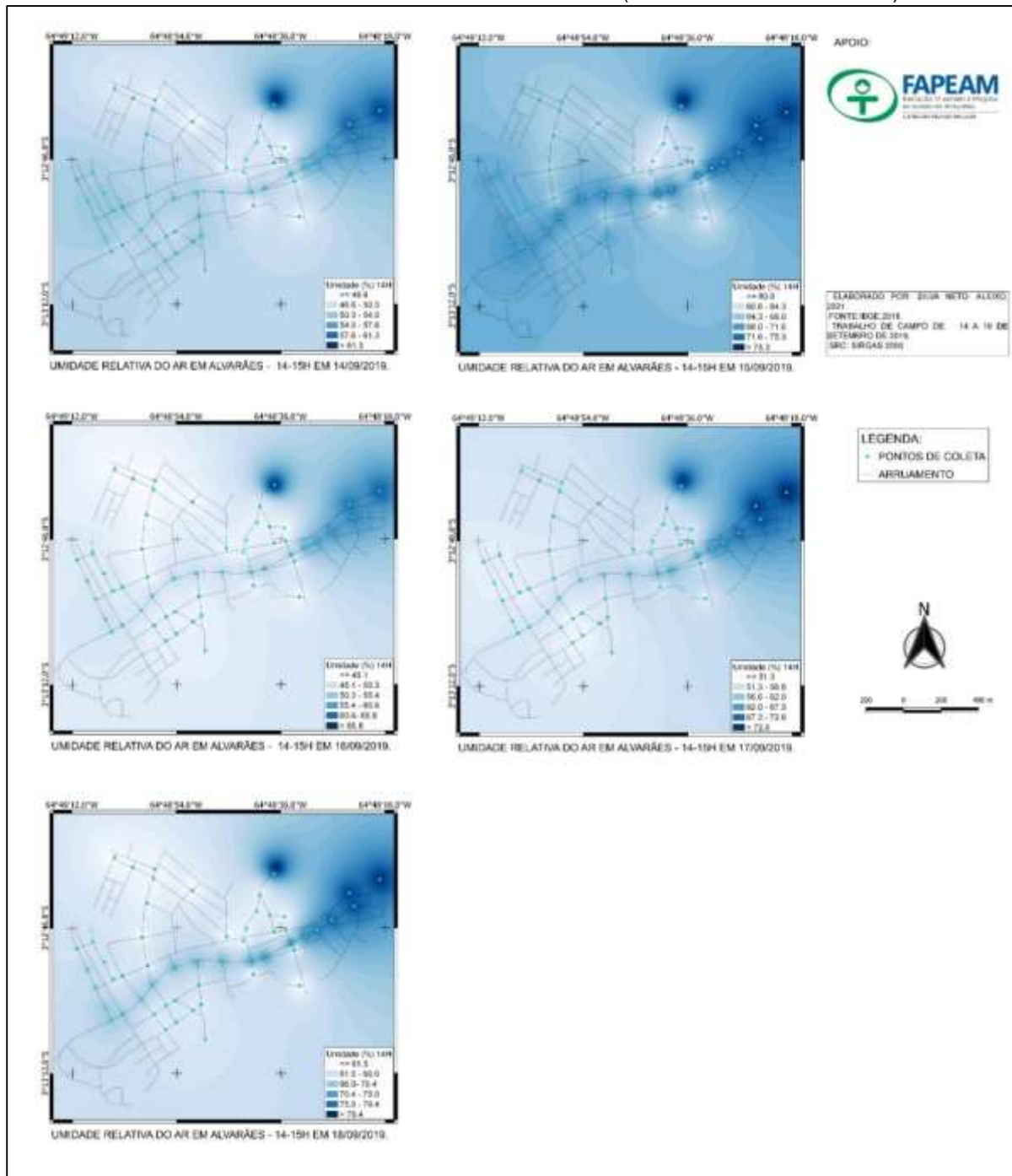
No dia 17/09 as temperaturas elevadas se espalharam por todo espaço urbano, com diferenças apenas próximo a orla na porção Nordeste, cabe ressaltar que no horário das 14h. a intensidade dos ventos aumentou e chegou a 3,41 m/s na porção sudoeste e nordeste.

Verificou-se que ocorreu no período vespertino maior mobilidade espacial dos pontos mais aquecidos durante o episódio analisado.

A umidade relativa do ar em Alvarães às 14h. apresentou valores menores, sendo as máximas ao longo dos dias de coleta entre 65 a 84% e as mínimas entre 40 a 57%. A diferença máxima entre os pontos neste horário ocorreu no dia 17 de setembro com 32% (Prancha 4).

Às 14h. os valores diminuem na cidade e o padrão espacial também é diferente do período matutino, os pontos localizados na parte norte-nordeste da cidade, próximos a orla fluvial são os que apresentam percentuais mais elevados de U.R. Na área densamente construída e entorno os valores diminuem chegando a menos de 50%.

Prancha 4: Umidade relativa do ar em Alvarães – 14h. (14 a 18 de setembro de 2019)

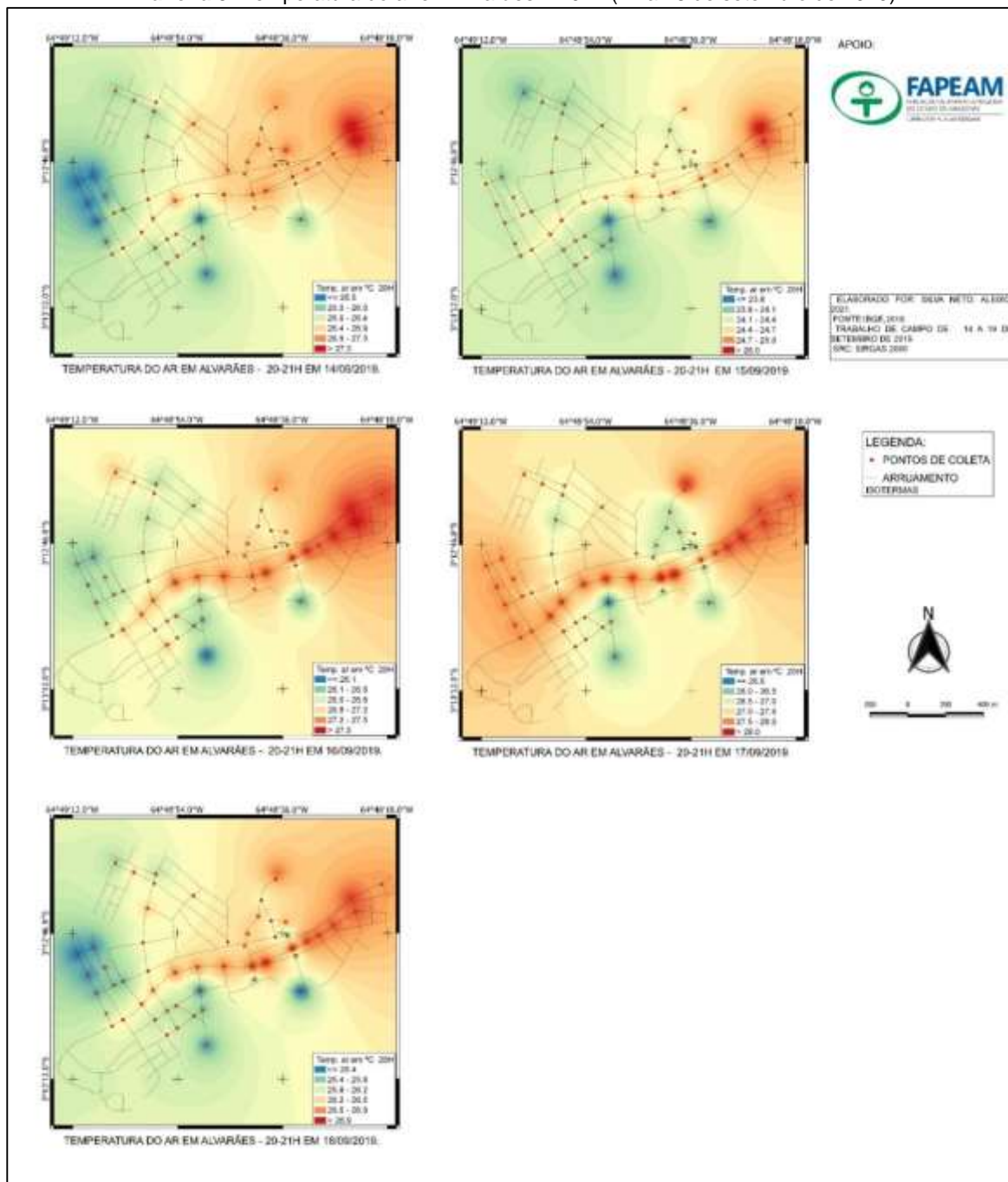


Organização: Autores, 2021. Fonte: trabalho de campo.

A temperatura do ar em Alvarães às 20h. demonstrou variação de 25,3 a 28,5°C de temperaturas máximas e 23,5 a 25,8°C de mínimas registradas ao longo dos dias, sendo que

a amplitude máxima entre os pontos foi de 3,0°C no horário noturno no dia 17 de setembro. (Prancha 5)

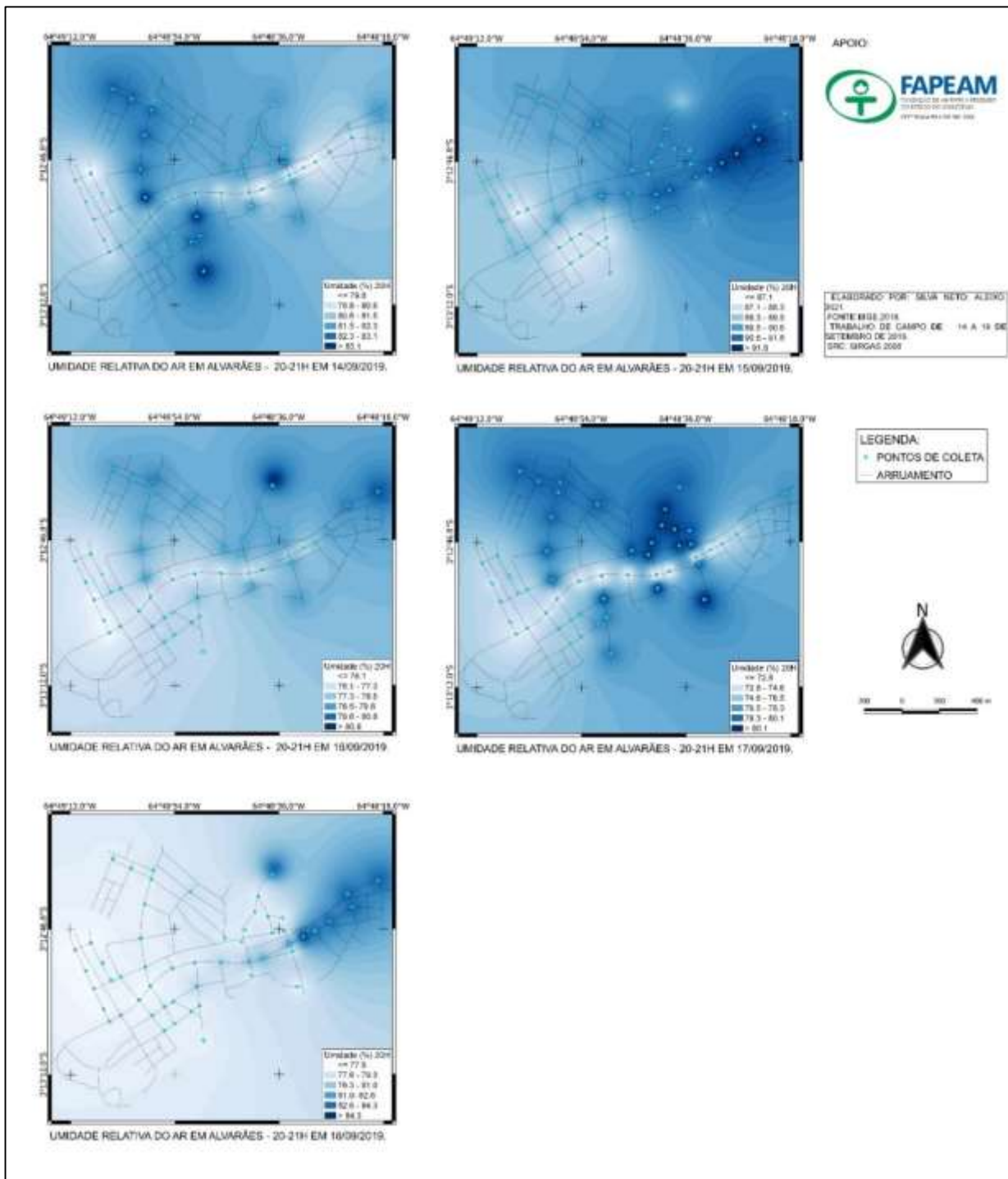
Prancha 5: Temperatura do ar em Alvarães – 20h. (14 a 18 de setembro de 2019)



Organização: Autores, 2021. Fonte: trabalho de campo.

No período noturno as diferenças térmicas observadas, configuraram-se com magnitudes fracas e no dia 17/09 com moderada magnitude. Porém, o aquecimento se espalhou pela malha urbana, incluindo pontos próximos a orla e as áreas com menores temperatura restringiram-se ao entorno entre a cidade e o ambiente de floresta. (Prancha 5)

Prancha 6: Umidade relativa do ar em Alvarães – 20h. (14 a 18 de setembro de 2019)



Organização: Autores, 2021. Fonte: trabalho de campo.

No horário das 20h. ocorreu a diminuição da intensidade dos ventos comparado ao período vespertino, com valores de 0,08 a 1,25 m/s, ou seja, variando de calma a brisa leve nos dias 14 e 17-09-2019 e apenas calma nos demais dias.

A espacialidade foi mais homogênea no período, com poucas diferenças espaciais, com exceção de alguns pontos na parte norte próximo a orla fluvial apresentando maior intensidade.

A umidade relativa do ar em Alvarães às 20h. apresentou valores elevados, sendo as máximas ao longo dos dias de coleta entre 82 a 93% e as mínimas entre 71 a 86%. A amplitude máxima entre os pontos neste horário ocorreu no dia 17 de setembro com 11% (Prancha 6).

Às 20h. a U.R. aumenta na cidade, com predomínio de valores mais elevados próximos a orla fluvial e extensão pela malha urbana, sendo mais homogêneos e com poucas variações significativas, uma vez que foram superiores a 70%.

Os transectos móveis demonstraram-se satisfatórios para mensuração da temperatura, umidade relativa do ar e velocidade do vento na cidade de Alvarães.

A espacialidade das temperaturas mais elevadas mensuradas nos transectos no período diurno obtiveram maior mobilidade no episódio analisado. Com relação ao período noturno, os pontos com temperaturas elevadas demonstraram uma configuração espacial melhor definida, com semelhanças ao longo do episódio analisado, prevalecendo espacialmente na parte Central e Leste da cidade.

As diferenças térmicas identificadas na cidade no período vespertino foram consideradas de forte magnitude no dia 18/09 com 4,6°C. No período noturno e matutino ocorreram com intensidades de 3,0°C e 3,6°C.

No período matutino e noturno parte dos pontos próximos as orlas fluviais, bem como no entorno próximo (rural/floresta), apresentaram temperaturas mais amenas com relação aos demais pontos.

A distribuição dos registros de temperatura ao longo da malha urbana demonstrou que áreas densamente construídas, com maior fluxo de pessoas e veículos para uma cidade de pequeno porte, ausência ou pouca vegetação arbórea e elevada impermeabilização do solo contribuíram para a gênese de ilha de calor, por outro lado, a proximidade de áreas com alta densidade de vegetação arbórea e entorno próximo fez com que as diferenças térmicas registradas entre os pontos fossem mais amenas.

A intensidade do vento na cidade no período de coleta dos dados demonstrou em maioria situações de calmaria, que favoreceu o aquecimento no espaço urbano, especialmente na área mais urbanizada, apenas com alguns dias e horários a intensidade apresentou variação para vento fraco ou brisa leve em pontos próximos a floresta e orla fluvial.

A umidade relativa do ar foi elevada nos horários matutino e noturno e apenas no período vespertino que a diminuição chegou abaixo de 50% favorecendo a constituição de ilhas secas em áreas central da cidade.

As condições meteorológicas com a presença de linhas de instabilidade e eventos de precipitação pluvial no dia 15/09, foram responsáveis por amenizar e/ou neutralizar os efeitos das diferenças térmicas na cidade em distintos usos e cobertura da terra urbana e aumentar a umidade relativa do ar.

5. Considerações Finais

As cidades amazônicas, apesar de estarem envoltas por rios caudalosos e floresta densa, apresentaram alterações térmicas e higrométricas do clima local derivadas da produção desigual do espaço urbano.

Os resultados da pesquisa comprovaram que as diferenças térmicas estão presentes no espaço urbano da cidade de Alvarães em relação ao ambiente menos urbanizados e do entorno próximo (rural/floresta) nos três períodos matutino, vespertino e noturno. As diferenças térmicas entre os pontos no episódio analisado, foram maiores no período vespertino (4,7 °C).

As diferenças térmicas em Alvarães, evidenciaram mobilidade espacial principalmente no período vespertino e configuração espacialmente definida no período noturno. O período noturno é importante para a avaliação da liberação do calor retido pela superfície durante o dia, aquecendo assim o ar, com isso, a identificação da ilha de calor urbana, no dia 17/09 no período noturno obteve a intensidade de 3,0°C, considerada de magnitude moderada.

Com relação as características associadas ao fenômeno, as diferenças térmicas foram superiores na área central de Alvarães, com maior impermeabilização e densidade construtiva em comparação com as áreas com maior cobertura vegetal e construções esparsas, bem como do entorno próximo.

As proximidades da orla fluvial e do entorno próximo apresentaram maior intensidade dos ventos e o aumento da umidade relativa do ar, em detrimento das áreas com maior densidade construtiva e impermeabilização do solo, que apresentaram diminuição dos valores de umidade relativa do ar, com valor mínimo de de 40% no período vespertino.

Alvarães apesar de se constituir como cidade de pequeno porte e expansão territorial restrita inserida na Amazônia profunda, comprovou a importância de se obter um avanço na melhoria do planejamento urbano, integrando a perspectiva climática. A pesquisa evidenciou

a necessidade da expansão da cobertura vegetal arbórea na área urbana e espaços de uso público, a ampliação do uso de materiais construtivos adequados empregados nas formas urbanas, ou seja, a constituição de políticas públicas que considerem os condicionantes físico/naturais integrados aos sociais na produção e (re) produção do espaço urbano.

Os estudos do campo térmico e higrométrico em pequenas cidades amazônicas inseridas no tipo climático equatorial são incipientes, por isso, devem ser ampliados para que a compreensão dos diferentes fatores integrados à configuração do fenômeno ilha de calor urbana, com ampliação do monitoramento temporal e espacial das variáveis climáticas, em distintas sazonalidades e tipos de tempo associados.

Além disso, o sensoriamento remoto aplicado ao estudo de climatologia urbana é também relevante para ser utilizado em estudos futuros na cidade, para a estruturação de bases conceituais e analíticas apropriadas para esta realidade.

Agradecimentos

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (FAPEAM) pelo financiamento do Projeto de Pesquisa: *Uso do Solo e Alterações Climáticas em cidades da região do Médio Solimões-Amazonas-Brasil* no edital PPP/FAPEAM e do Projeto de Pesquisa: *Emergência Climática em Cidades Amazônicas*, edital Amazônicas/FAPEAM. À Pró-reitoria de Pesquisa e Pós-graduação da Universidade Federal do Amazonas (UFAM). À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

Referências

AGUIAR, F.G.O. **As alterações climáticas em Manaus no século XX**. 1995. 182 f. Dissertação de mestrado em Geografia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1995.

ALEIXO, N. C. R. e J. C. A. SILVA NETO. O campo térmico em área urbana na Amazônia brasileira: análise episódica na cidade de Tefé-AM. **Geo UERJ**, Rio de Janeiro, n. 34, 1-22, 2019. Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/geouerj/article/view/40949/28464>. Acesso: 10 de janeiro de 2020.

ALEIXO, N. C. R.; SILVA NETO, J. C. A. Os estudos do clima urbano nas cidades amazônicas. *In*: MOURA, M. O.; LUCENA, D. B.; CHRISTIANNE, C. C.; MOURA, M. S.; (Org.). **Climatologia geográfica: do local ao regional e dimensões socioambientais**. João Pessoa: Editora UFPB, 2020, v. 1, p. 23-42.

ALMEIDA FILHO, L. S. **Tendências climáticas e ilhas de calor urbanas em Coari-AM**. Trabalho de conclusão de curso, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2021.

ARAÚJO, R. R. **Clima e vulnerabilidade socioespacial: uma avaliação dos fatores de risco na população urbana do município de São Luís (MA)**. 2014. xviii, 289 f. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia, 2014.

ALVES, E. D. F. Ilha de calor urbana em cidade de pequeno porte: e a influência de variáveis geourbanas. **Revista brasileira de climatologia**, ano 13, vol. 20, p. 97-116, jan/jul. 2017. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/revistaabclima/article/view/46190>. Acesso: 15 de março de 2021.

AMORIM, M. C. C. T. Ilhas de calor urbanas: métodos e técnicas de análise. **Revista Brasileira de Climatologia**, no 15–Edição Especial –XIII Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica, p. 22-46. Jun, 2019.

AMORIM, M. C. C. T. Ilhas de calor urbano em cidades de pequeno e médio porte no Brasil e o contexto das mudanças climáticas. **Revista Confins**, n46, 2020, p.1-15.

AMORIM, M. C. C. T. Spatial variability and intensity frequency of surface heat island in a Brazilian city with continental tropical climate through remote sensing. **Remote Sensing Applications: Society and Environment**, 9, p. 10–16, 2018. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2352938517302033>. Acesso: 01 de julho de 2021.

AMORIM, M.C.C.T.; DUBREUIL, V.; QUENOL, H.; SANT'ANNA NETO, J.L. Características das ilhas de calor em cidades de porte médio: exemplos de Presidente Prudente (Brasil) e Rennes. **Confins**, 7, p. 1-16, 31, out. 2009.

BLAZEJCZYK, K. et al. Urban Heat Island in large e small cities. **6th International Conference on Urban Climate**, Göteborg, Sweden, p. 794-797, 2006.

CORRÊA, P.B et al. Estudo do Fenômeno da Ilha de Calor na Cidade de Manaus/AM: Um Estudo a Partir de Dados de Sensoriamento Remoto, Modelagem e Estações Meteorológicas. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 31, n. 2, 167-176, 2016. Disponível em: <https://www.scielo.br/rbmet/a/tPBSBjnVGLVCRJnw9QxVVck/?lang=pt>. Acesso: 23 de março de 2020.

FANTE, K.P. **Eventos extremos de temperatura e impactos no conforto térmico humano. Tese de doutorado em Geografia**. 2019. 327 f. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia, 2019.

FIALHO, E. S. Ilha de calor: reflexões sobre um conceito. **Revista Acta Geográfica**, Boa Vista, v. 1, n. 2, Edição Especial de Climatologia Geográfica, p. 61-76, 2012. Disponível em: <https://revista.ufr.br/index.php/actageo/article/view/1094>. Acesso: 20 de novembro de 2020.

FIALHO, E. S.; CELESTINO JUNIOR, E.; QUINA, R.D. O campo térmico em situação episódica de primavera em uma cidade de pequeno porte, na zona da mata mineira: Um estudo de caso em Cajuri-MG. **Revista Geografia**, Recife, v. 13, n. 4, p. 300-318, 2016. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/revistageografia/article/view/229300>. Acesso: 14 de maio de 2020.

FIALHO, E. S.; FERNANDEZ, L. A.; CORREA, W.S.C. Climatologia urbana: conceitos, metodologias e técnicas. **Revista brasileira de climatologia**, Ano 15 – Edição Especial – XIII Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica – Jun, 2019.

GARCÍA, F. F. **Manual de climatología aplicada: clima, medio ambiente y planificación**. Madrid: Editorial Síntesis, 1996.

GARTLAND, L. **Ilhas de calor: como mitigar zonas de calor em áreas urbanas**. Oficina de Textos, São Paulo, 2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo-2010**. Disponível em: www.ibge.gov.br. Acesso: 7 de fevereiro de 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Cidades e estados. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br>. Acesso: 15 de dezembro de 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Geociências- Clima, 2002. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/informacoes-ambientais/climatologia/15817-clima.html?=&t=acesso-ao-produto>. Acesso: 20 de novembro de 2019.

KOLOK TSA, A. et al. Urban heat island in southern Europe: The case study of Hania, Crete, **Solar Energy**, v. 83, n. 10, 2009, p. 1871-1883. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0038092X0900156X?via%3Dihub>. Acesso: 14 de fevereiro de 2022.

LANDSBERG, H.E. The Urban Climate. Academic Press. London, 1981.

LOMBARDO, M. A. **Ilha de calor nas metrópoles**: o exemplo de São Paulo. São Paulo: Hucitec, 1985.

LOPES, J. S. G.; ALEIXO, N. C. R.; SILVA NETO, J. C. A. Amplitude térmica e magnitude das ilhas de calor em Tefé-AM, Brasil. **Boletim de Geografia** (online), v. 37, p. 251, 2019. Disponível em: <https://periodicos.uem.br/ojs/index.php/BolGeogr/article/view/39233>. Acesso: 21 de novembro de 2020.

MONTEIRO, C. A. F. **Teoria e Clima Urbano**. São Paulo: IGEOG/USP, 1976. Série Teses e Monografias.

NÚCLEO DE ESTUDOS E PESQUISAS DE CIDADES NA AMAZÔNIA BRASILEIRA (NEPECAB). **Classificação e Tipologia Urbana** – cidades da calha Solimões-Amazonas, UFAM, 2011.

OKE, T. R. **Boundary Layer Climates**. London: Methuen, 1978, 372p.

OKE, T. R., MAXWELL, G.B. Urban heat island dynamics en Montreal and Vancouver. **Atmospheric Environment**, v.9, p.191-200, 1975.

ORTIZ PORANGABA, G. F. **O clima urbano das cidades do interior do estado de São Paulo: uma análise do campo térmico de Assis, Cândido Mota, Maracá e Tarumã**. 2015. 354 f. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia, 2015.

PORANGABA, G. F. O.; AMORIM, M. C. C.T. Análise de ilhas de calor diagnosticas por meio de transectos móveis em Assis, Cândido Mota, Maracá e Tarumã (SP). **Confins**, 33, 2017.

RAMPAZZO, C.R. **Clima urbano, risco climático e vulnerabilidade socioespacial mediados pela produção do espaço urbano em cidades paulistas (São Carlos, Marília e Presidente Prudente)**. Tese de doutorado em Geografia. 2019. 280 f. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia, 2019.

SANT'ANNA NETO, J.L. Clima urbano como construção social: da vulnerabilidade polissêmica das cidades enfermas ao sofisma utópico das cidades saudáveis. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 8, p.45-60, jun. 2011.

SCHOR, T.; OLIVEIRA, J. A. Reflexões metodológicas sobre o estudo da rede urbana no Amazonas e perspectivas para a análise das cidades na Amazônia brasileira. **Acta Geográfica**, Edição Especial: Cidades na Amazônia Brasileira, p. 15-30, 2011.

TEIXEIRA, D. C. F.; AMORIM, M. C. de C. T. Ilhas de calor: representações espaciais de cidades de pequeno porte por meio de modelagem. **GEOUSP Espaço e Tempo (Online)**, v. 21, n. 1, p. 239-256,

2017. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/geousp/article/view/113406>. Acesso: 20 de agosto de 2022.

TEIXEIRA, F.C.D.; AMORIM, M.C.C.T. O estudo da ilha de calor em cidade de pequeno porte: algumas contribuições. **Sociedade & Natureza**, vol. 30, núm. 2, p. 186-209, mai./ago. 2018. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/sociedadnatureza/article/view/40997>. Acesso: 20 de agosto de 2022.

TOROK, J.S. Urban heat island features of southeast Australian towns. **Aust. Met. Mag.** 50, 1-13, 2001. Disponível em: <http://www.waclimate.net/uhi.pdf>. Acesso: 14 de fevereiro de 2022.

UGEDA JÚNIOR, J. C.; AMORIM, M. C. C. T. Avaliação dos espaços livres de construção na cidade de Jales-SP. **Revista Formação Online**, n. 18, volume 2, p. 99-127, jul./dez., 2011. Disponível em: <https://revista.fct.unesp.br/index.php/formacao/article/view/1244>. Acesso: 20 de agosto de 2022.