ENTAC 2024
XX ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO
Maceió, Brasil, 9 a 11 de outubro de 2024

Morfologias urbanas e microclimas no centro comercial de Maceió-AL

Urban morphologies and microclimates in the commercial center of Maceió, Brazil

Rhuan Nicolas da Silva Santos
Universidade Federa de Alagoas | Maceió | Brasil | rhuannicolas92@gmail.com
Anderson Felipe Oliveira Gomes
Universidade Federa de Alagoas | Maceió | Brasil | anderson.gomes@fau.ufal.br
Ricardo Victor Rodrigues Barbosa
Universidade Federa de Alagoas | Maceió | Brasil | rvictor@fau.ufal.br

Resumo

Esta investigação teve como objetivo analisar a influência da morfologia urbana na variabilidade térmica de microclimas no centro comercial de Maceió-AL. Foram selecionados dez pontos amostrais para coleta de dados de temperatura do ar, temperatura média radiante e umidade do ar nos horários: 9h, 12h e 15h. Os resultados revelaram considerável variabilidade térmica entre os pontos, com a temperatura do ar de 34,4 °C, justificado pela grande área com recobrimento do solo em granilite e baixa obstrução da radiação solar, temperatura média radiante de 67,8 °C, explicado pela extensa cobertura do solo em granilite e ausência de vegetação, e umidade do ar atingiu 75,8%, justificado pela presença de vegetação arbórea. Ficou evidente que as diferentes morfologias urbanas foram fatores determinantes no comportamento microclimático dos pontos amostrais. Essas conclusões destacam a relação direta entre a morfologia urbana e os diferentes microclimas encontrados na área do centro comercial.

Palavras-chave: Clima Urbano. Planejamento urbano. Urbanismo bioclimático. Clima Tropical. Pesquisa Experimental.

Abstract

This research aimed to analyze the influence of urban morphology on the thermal variability of microclimates in the commercial center of Maceió-AL. Ten sampling points were selected to collect data on air temperature, mean radiant temperature and air humidity at the times: 9 am, 12 pm and 3 pm. The results revealed considerable thermal variability between the points, with the air temperature of 34.4 °C, justified by the large area with granite soil coverage and low obstruction of solar radiation, mean radiant temperature of 67.8 °C, explained by the extensive granite soil coverage and absence of vegetation, and air humidity reached 75.8%, justified by the presence of arboreal vegetation. It was evident that the different urban morphologies were determining factors in the microclimatic behavior of the sampling points. These conclusions highlight the direct relationship between urban morphology and the different microclimates found in the area of the commercial center.

Como citar:
SANTOS, R. N. S.; GOMES, A. F. O.; BARBOSA, R. V. R. Morfologias urbanas e microclimas no centro comercial de Maceió-AL. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 20., 2024, Maceió. **Anais**... Maceió: ANTAC, 2024.

Keywords: Clima Urbano. Planejamento urbano. Urbanismo bioclimático. Clima Tropical. Pesquisa Experimental.

INTRODUÇÃO

A morfologia urbana engloba o estudo da forma dos centros urbanos, que emerge das interações da sociedade e suas transformações no ambiente [1]. Nessa perspectiva, a morfologia urbana assume uma função crucial na implementação de estratégias bioclimáticas para os estudos urbanos. A densidade populacional indica o nível de compactação de uma área urbana, e diversas morfologias podem corresponder a um mesmo nível de densidade com distintas configurações de espaços urbanos, resultando em condições climáticas variadas [2].

No Brasil o rápido processo de urbanização não foi acompanhado por um planejamento urbano adequado. Além disso, a falta de políticas públicas de controle e regularização do uso do solo e das construções resultou na reprodução de modelos urbanos com baixa qualidade ambiental [3]. Como resultado, os habitantes dos centros urbanos convivem diariamente com influência das ilhas de calor. A necessidade de criar ambientes urbanos mais agradáveis impulsiona a busca por alternativas para melhorar o conforto em espaços abertos, especialmente nas áreas centrais das cidades, onde as temperaturas do ar são elevadas, a umidade relativa do ar geralmente é menor e a intensidade dos ventos tende a ser reduzida [4].

Assim, pesquisas têm investigado o efeito das características térmicas de materiais de superfície no clima urbano [5] como adoção de pavimentos frios na mitigação desses efeitos [6][7]. Outras pesquisas apontam a vegetação arbórea com um elemento morfológico estratégico, que por suas características naturais proporciona vantagens [8], a intercepção da radiação solar na superfície [9], redução da poluição do ar [10].

Em conformidade com Nogueira *et al.* (p. 73) [11] “os estudos do microclima urbano deveriam ser mais utilizados como ferramenta para o planejamento urbano e desenho dos edifícios, uma vez que geram subsídios que orientam decisões que vão impactar a qualidade de vida da população”. Assim, é crucial avaliar e planejar a configuração urbana de modo a garantir que seus elementos construtivos minimizem o desconforto térmico, pois as propriedades das matérias desempenham um papel fundamental na absorção e na transmissão de calor [12].

Portanto, destaca-se a importância de analisar como diversas morfologias urbanas influenciam a variabilidade térmica nos microclimas locais. Essa compreensão poderá subsidiar ferramentas de pesquisa, diretrizes e recomendações mais precisas sobre desempenho e parâmetros, permitindo uma resposta mais adequada ao contexto local em prol de uma melhor qualidade ambiental dos espaços urbanos.

A partir do exposto, esta investigação teve como objetivo analisar a influência de diferentes morfologias urbanas na variabilidade térmica de microclimas no centro comercial de cidade tropical costeira, tomando a cidade de Maceió, Brasil, como área de estudo.

MÉTODO

Os procedimentos metodológicos adotados na investigação experimental corresponderam a cinco etapas subsequentes, descritas a seguir.

CARACTERIZAÇÃO DE MACEIÓ

A cidade de Maceió está situada na Costa Leste do Nordeste brasileiro, entre a latitude 9°57'37" Sul e longitude 35°44'7" Oeste. Possui uma geografia peculiar, compreendendo duas grandes massas d'água: o Oceano Atlântico e o Complexo Lagunar Mundaú-Manguaba (Figura 1).

Figura 1: Localização de Maceió



Fonte: autores.

O clima da cidade é do tipo Am, de acordo com a classificação de Köppen-Geiger, com característica quente e úmido, com pequenas variações térmicas diárias, sazonais e anuais, apresentando duas estações definidas: o verão, com altas temperaturas e baixa pluviosidade; e o inverno, com temperaturas amenas e alta pluviosidade. Conforme as Normais Climatológicas 1981-2010[1], a cidade possui temperatura média anual de 25,1 °C e temperaturas máxima e mínima anual de 29,8 °C e 20,9 °C respectivamente. A umidade relativa média apresenta-se em 77,8%.

CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O bairro centro vivencia desde as últimas décadas um processo de esvaziamento da função residencial. Atualmente é caracterizado pela consolidação da função comercial, institucional e de serviços [13]. De acordo com o Plano Diretor Municipal [14] o bairro integra a Macrozona de Adensamento Controlado na Planície Costeira, formada por áreas com boas condições de acessibilidade e mobilidade.

A presente investigação foi realizada em um recorte do bairro centro, considerado uma das 5 zonas Especiais de Preservação Cultural (ZEP), pelo Plano Diretor Municipal [14], sendo possível perceber sua relevância histórica e cultural, pela malha urbana, edificações consideradas marcos históricos, como as praças, os imóveis e monumentos históricos, que configuram elementos morfológicos do bairro [15].

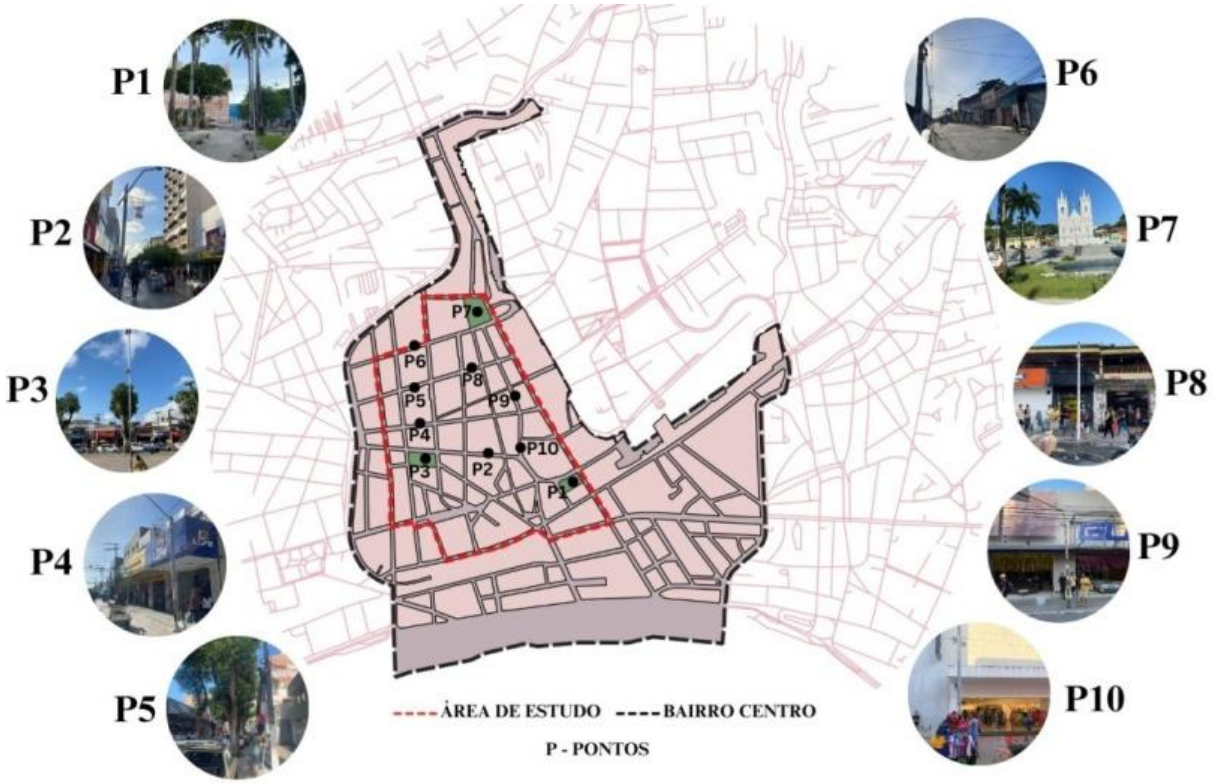
[1] Disponível em: https://portal.inmet.gov.br/normais

CARACTERIZAÇÃO DOS PONTOS AMOSTRAIS

Para seleção dos pontos amostrais, foram escolhidas áreas no centro comercial com características construtivas distintas e representativas das diferentes morfologias urbanas existentes na área de estudo.

Como produto, dez pontos amostrais da área de estudo foram selecionados para analisar uma provável influência das características do entorno. Foram numerados de P1 (Ponto 1) a P10 (Ponto 10), sendo eles, respectivamente: Praça Dom Pedro II, Rua do Livramento, Praça Marechal Manuel Deodoro da Fonseca, Av. Moreira Lima, Rua Augusta (seção 1, rua das árvores), Rua Melo Morais, Praça dos Martírios, Rua Augusta (seção 2), Rua do Comércio (seção 1) e Rua do Comércio (seção 2), como mostrado na figura 2 e na Tabela 1.

Figura 2: Localização dos pontos amostrais



Fonte: autores.

Tabela 1: Descrição dos pontos amostrais

Ponto	Características
P1	O ponto se localiza em uma praça e apresenta solo misto em concreto e grama, edifícios de até 2 pavimentos, fachadas com revestimentos e tinta em tons claros, via em asfalto, presença de árvores, mobiliário urbano e monumento, e fluxo de pedestres e veículos moderado.
P2	O ponto está localizado em uma rua do calçadão comercial, solo em granilite na cor cinza e vermelho, edifícios de até 12 pavimentos, fachadas em vidro e revestimentos cerâmico, com pouca presença de vegetação, presença de mobiliário urbano, ausência de monumento, fluxo de pedestres alto e sem fluxo de veículos.
P3	Este ponto está localizado em outra praça e tem seu recobrimento do solo em concreto na cor cinza e vermelho com área com grama, edifícios de até 1 pavimento, fachadas em vidro e revestimentos, via em asfalto, presença de árvores

	sem copa, presença de mobiliário urbano, monumento, fluxo de pedestres moderado e fluxo alto de veículos.
P4	Localizado em avenida do calçadão comercial, com recobrimento do solo em granilite na cor cinza e vermelho, edifícios de até 1 pavimento, fachadas com letreiros e revestimentos, baixa presença de vegetação, presença de mobiliário urbano, ausência de monumento, fluxo de pedestres moderado e sem fluxo de veículos.
P5	O ponto se localiza em uma rua que tem recobrimento do solo em concreto, edifícios de até 2 pavimentos, fachadas com letreiros e revestimentos, via asfaltada, alta presença de árvores de grande porte, recobrimento das copas em quase toda rua, presença de mobiliário urbano, ausência de monumento, fluxo de pedestres moderado e alto fluxo de veículos.
P6	O ponto está localizado em uma rua com o recobrimento do solo em concreto na cor cinza, edifícios de até 2 pavimentos, fachadas com letreiros, revestimentos e tinta, via asfaltada, ausência de vegetação e monumento, presença de mobiliário urbano, baixo fluxo de pedestres e alto fluxo de veículos.
P7	Este ponto se localiza em uma praça e tem seu recobrimento do solo em granilite na cor cinza e áreas com grama, edifícios de até 3 pavimentos, fachadas com revestimentos e tinta, vias asfaltadas, parcialmente arborizada, presença de mobiliário urbano e monumento, fluxo moderado de pedestres e alto fluxo de veículos.
P8	O ponto se localiza em uma rua e tem o solo em concreto na cor cinza, edifícios de até 5 pavimentos, fachadas com letreiros, revestimentos e tinta, via asfaltada, ausência de vegetação e monumento, presença de mobiliário urbano, alto fluxo de pedestres e de veículos.
P9	O ponto está localizado em uma rua com o recobrimento do solo em concreto na cor cinza e algumas áreas em cerâmica, edifícios de até 12 pavimentos, fachadas com letreiros, revestimentos e tinta, via asfaltada, ausência de vegetação e monumento, presença de mobiliário urbano, alto fluxo de pedestres e fluxo moderado de veículos.
P10	Este ponto se localiza em uma rua do calçadão comercial e seu recobrimento do solo em granilite na cor cinza e vermelho, edifícios de até 3 pavimentos, fachadas com letreiros, revestimentos, tinta e vidro, ausência de vegetação e monumento, presença de mobiliário urbano, alto fluxo de pedestres e sem fluxo de veículos.

Fonte: autores.

MEDIÇÕES DAS VARIÁVEIS CLIMÁTICAS

As medições microclimáticas foram realizadas nos dias 08, 24 e 26 de janeiro de 2024 às 9h, 12h e 15h. As coletas de dados foram feitas em dez pontos amostrais, com auxílio de termômetro de globo portátil (temperatura de globo e do ar, e umidade do ar) modelo ITWTG-2000 e anemômetro (velocidade do vento) marca Davis, modelo LCA 6000. Os equipamentos foram posicionados a uma altura de 1,50 m do solo. Os registros com termômetro de globo portátil foram protegidos da radiação solar direta.

O registro dos dados climáticos foi realizado a partir de uma rota preestabelecida, passando pelos sete pontos amostrais. O tempo de percurso da rota completa foi de uma hora, com início e término no mesmo ponto amostral (P1). Dessa forma, foi possível fazer correção dos valores de temperatura para cada ponto amostral a partir da diferença dos valores no início e no final de cada campanha de monitoramento.

CARACTERIZAÇÃO CLIMÁTICA DOS DIAS DE MEDIÇÃO

A estação meteorológica de referência utilizada foi à da Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos (SEMARH), localizada no antigo Centro de Ciências Biológicas (CCBI), no bairro do Prado (Figura 3), dados disponibilizados pela Superintendência de Prevenção em Desastres Naturais (SPDEN). Há também na cidade, a estação meteorológica do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) localizada no Campus A. C. Simões da Universidade Federal de Alagoas. Porém, pela localização geográfica, preferiu-se utilizar os dados da estação do CCBI por ser mais próxima à área de estudo desta investigação e caracterizando melhor a realidade dos dias analisados.

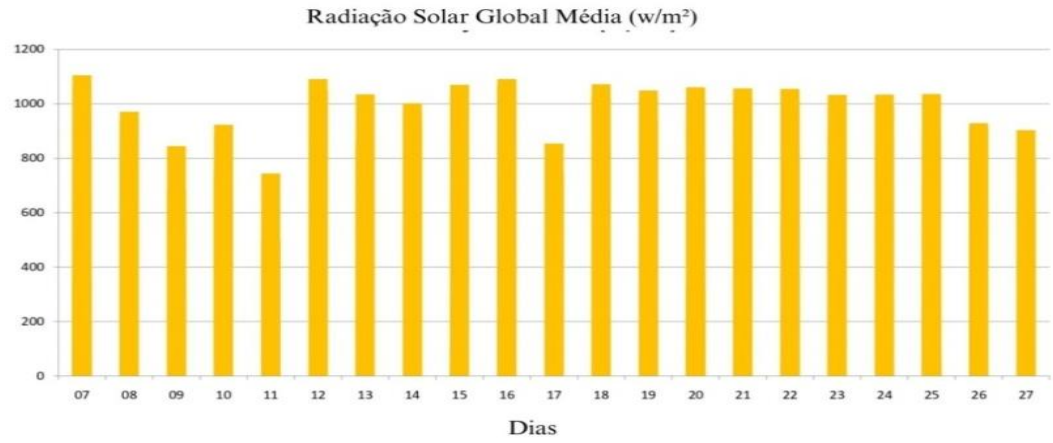
Figura 3: Localização da estação da SEMARH (CCBI) e da área de estudo



Fonte: autores.

Os dados de média radiação solares globais registrados pela estação meteorológica da SEMARH – CCBI são apresentados no Gráfico (Figura 4). O intervalo, de 07 a 27, do mês de janeiro do corrente ano apresentou índices elevados de radiação, com 1100 w/m².

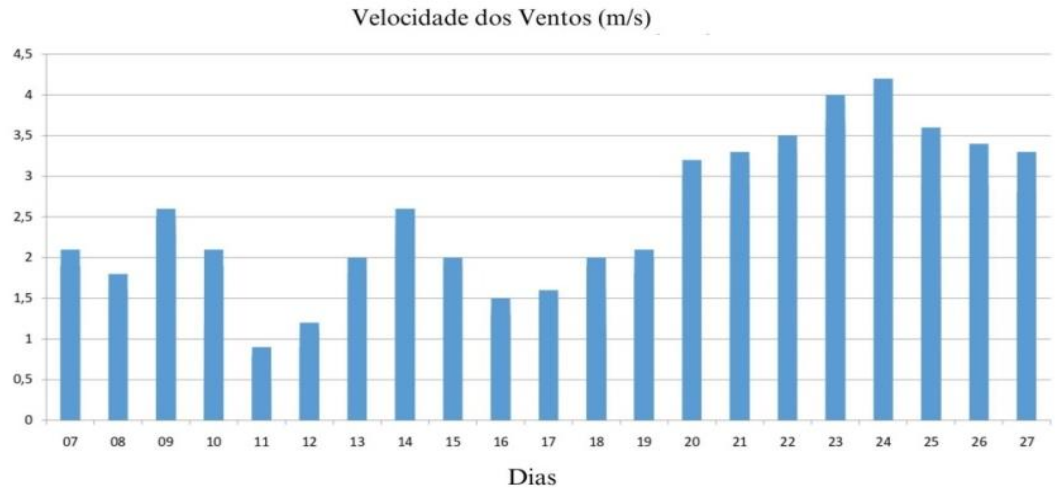
Figura 4: Média radiação solar global (w/m²) registrada pela estação meteorológica da SEMARH em Maceió em janeiro de 2024



Fonte: autores.

O gráfico (Figura 5) apresenta a média diária de velocidade dos ventos registrada pela estação meteorológica da SEMARH – CCBI em um intervalo de dias no mês de janeiro do corrente ano. Para análises microclimáticas é recomendado dias de ar calmo, ou seja, com baixa velocidade de vento, o qual apresentou 0,75 m/s.

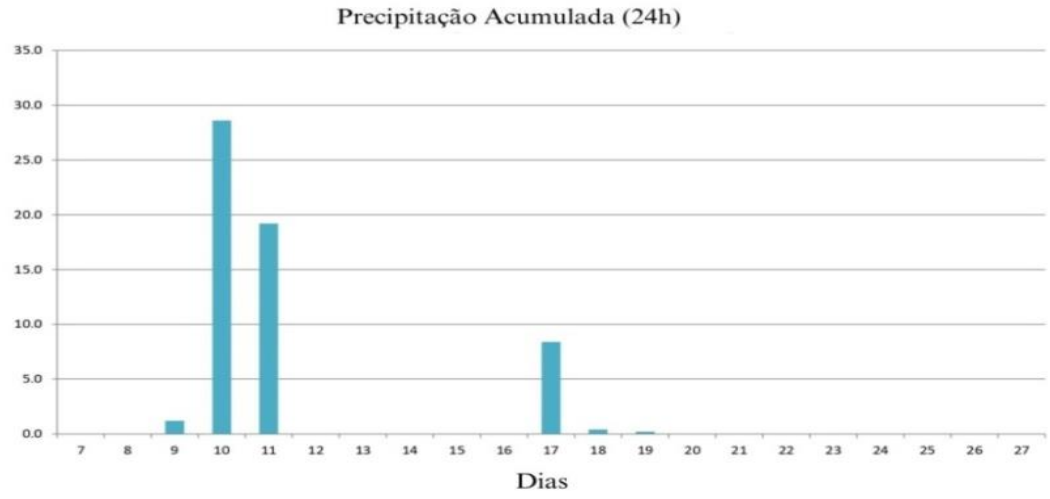
Figura 5: Média da velocidade dos ventos (m/s) registrada pela estação meteorológica da SEMARH em Maceió em janeiro de 2024



Fonte: autores.

O gráfico (Figura 6) apresenta dados de precipitação registrados pela estação meteorológica da SEMARH – CCBI em um intervalo de dias no mês de janeiro do corrente ano. Para análise da influência de diferentes morfologias urbanas, em dias quentes, frente ao calor, é recomendado dias sem ocorrência de precipitação.

Figura 6: Dados registrados de precipitação (24h) pela estação meteorológica da SEMARH em Maceió em janeiro de 2024



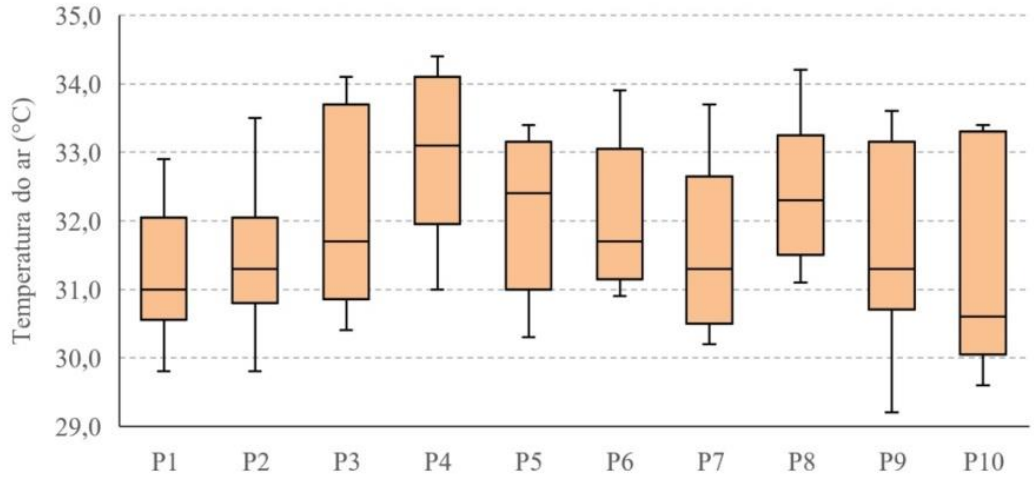
Fonte: autores.

Deste modo, considerando os dias de medição móvel, é possível observar nos dados da estação da SEMARH - CCBI, que não houve ocorrência de precipitação.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nas análises a seguir, empregamos o gráfico boxplot, ou diagrama de caixa. Essa ferramenta gráfica proporciona uma visualização clara da distribuição dos dados, destacando valores discrepantes, ao mesmo tempo em que facilita comparações entre diferentes conjuntos de dados, constituindo-se assim em uma ferramenta para análise estatística exploratória. A figura 7 mostra o gráfico boxplot da temperatura do ar considerando os registros tomados nos três dias e horários estabelecidos na campanha de monitoramento.

Figura 7: Gráfico boxplot com os dados de temperatura do ar registrada nos pontos amostrais



Fonte: autores.

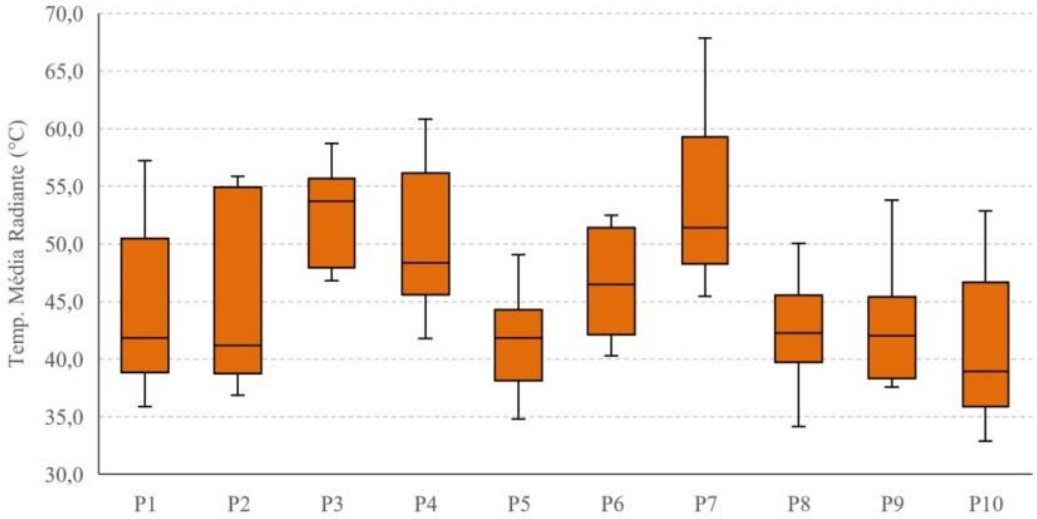
Os resultados mostram que o ponto P4, situado em uma avenida no calçadão comercial, apresentou a temperatura máxima mais elevada, chegando a atingir 34,4 °C. O maior aquecimento do ar neste ponto justifica-se pela existência de uma grande área com recobrimento do solo em granilite, que promove uma alta absorção da radiação solar e baixa obstrução da radiação direta pelas edificações circundantes, que pudessem promover sombreamento.

Por outro lado, o ponto P1, localizado em uma praça, registrou a temperatura máxima mais baixa, com 32,9 °C. Esse resultado justifica-se pela presença de vegetação arbórea que promove sombreamento durante todo dia. Ademais, a cobertura do solo não é totalmente impermeabilizada, havendo áreas de recobrimento com gramíneas, que promove uma menor absorção da radiação solar incidente.

Além disso, o ponto P10, posicionado em uma rua, registrou a temperatura mínima mais baixa, registrando 29,6 °C, durante o período de coleta de dados. O menor aquecimento neste ponto pode ser explicado pela considerável obstrução da radiação solar causada pelas edificações ao redor, que geram sombreamento durante parte do dia. Outrossim, o ar-condicionado das lojas na região pode contribuir para um possível resfriamento. O ponto P10 também apresenta maior variabilidade e o ponto P4 apresentou maior mediana entre os pontos.

A figura 8 mostra o gráfico boxplot da temperatura média radiante considerando os registros tomados nos três dias e horários estabelecidos na campanha de monitoramento.

Figura 8: Gráfico boxplot com os dados de temperatura média radiante registrada nos pontos amostrais



Fonte: autores.

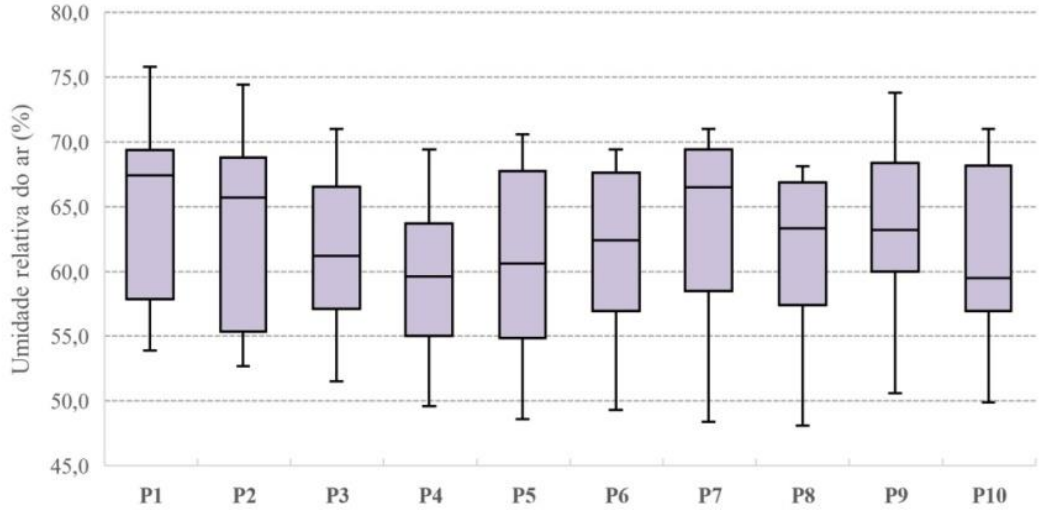
Os resultados mostram que o ponto P7, localizado em uma praça, registrou a temperatura máxima mais alta, registrando 67,8 °C. O aumento significativo da temperatura nesta área é explicado pela extensa cobertura do solo em granilite, promovida por uma alta absorção da radiação solar, agravada por parte da ausência de vegetação arbórea, visto que só uma parcela da praça é arborizada, que pudessem promover sombreamento total da área da praça.

Em contraste, o ponto P5, situado em uma rua, registrou a temperatura máxima mais baixa, em torno de 49 °C. A presença de uma densa vegetação arbórea pode ser explicada como a principal razão para o sombreamento constante ao longo do dia, bem como tamanho e extensão das copas das árvores proporcionam uma cobertura completa que bloqueia a radiação solar direta.

Adicionalmente, o ponto P10, localizado em uma rua do calçadão comercial, registrou a temperatura mínima mais baixa, registrando 32,9 °C. O menor aquecimento neste ponto pode ser justificado pela alta obstrução da radiação promovida pelas edificações circundantes, que promover sombreamento em parte do dia. Adicionalmente, o sistema de ar-condicionado das lojas na área pode estar auxiliando no potencial resfriamento. Destaca-se ainda que o ponto P2 exibiu maior variabilidade, enquanto o ponto P3 demonstrou uma mediana mais elevada em comparação aos demais pontos.

A figura 9 mostra o gráfico boxplot da umidade relativa do ar considerando os registros tomados nos três dias e horários estabelecidos na campanha de monitoramento.

Figura 9: Gráfico boxplot com os dados de umidade relativa do ar registrada nos pontos amostrais



Fonte: autores.

Os resultados mostram que o ponto P1, situado em uma praça, apresentou a umidade máxima mais alta, atingindo 75,8%. Reafirma que a presença de vegetação arbórea contribui diretamente nas características climáticas, principalmente na relação com à umidade do ar, além de promove sombreamento durante todo dia. Além do que, a cobertura do solo não é totalmente impermeabilizada, o que promove uma menor absorção da radiação solar incidente.

Por outro lado, o ponto P8, localizado numa rua, registrou a umidade máxima mais baixa, em torno de 68,1%. Esse resultado justifica-se pela ausência de vegetação arbórea que promove sombreamento, recobrimento do solo asfaltado, maior capacidade de aquecimento, baixa obstrução da radiação pelas edificações circundantes, que pudessem proporcionar sombreamento na área.

Além disso, o ponto P8, posicionado numa praça, também exibiu a umidade do ar mínima mais baixa, registrando 48,1%. Justificado pela ausência de vegetação arbórea, recobrimento do solo asfaltado, baixa obstrução da radiação, que pudessem proporcionar sombreamento. É interessante notar que o ponto P2 demonstrou maior variabilidade, enquanto o ponto P1 revelou uma mediana mais elevada em comparação com os outros pontos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise microclimática dos dez pontos amostrais no bairro centro comercial de Maceió-AL demonstrou a influência das características morfológicas, como tipo de solo, altura dos edifícios, a disposição das fachadas, a estrutura das vias públicas, a presença de praça, monumento, árvores, vegetação e o mobiliário urbano, na variabilidade térmica observada nos distintos microclimas em cada ponto de coleta.

A partir dos resultados revelou que os pontos P4 e P7 se destacaram ao registra, respectivamente, as maiores temperaturas do ar e temperaturas médias radiantes

durante os três dias de coleta, influenciadas principalmente por suas morfologias urbanas. O ponto P4, situado numa avenida no calçadão comercial, caracterizou-se por sua pavimentação em granilite, escassez de vegetação e predominância de edifícios de até um pavimento. Por outro lado, o ponto P7, localizado em uma praça com piso semelhante, pouca vegetação, e edifícios de até três pavimentos, também contribuiu para essa tendência.

Os dados coletados sobre a umidade relativa do ar no ponto P1, situado numa praça com piso de concreto, arborização, edifícios de até dois pavimentos e fluxo moderado de pedestre, sugerem que a presença de vegetação e o tipo de recobrimento do solo influenciam na conformação de um microclima mais ameno em comparação ao ponto P7. Este último também está localizado numa praça, mas possui piso em granilite, pouca vegetação, edifícios de até três pavimentos e um fluxo de pedestres semelhante, registrando uma umidade relativa do ar mais baixa.

Portanto, foi possível concluir que, entre as morfologias urbanas consideradas nesta investigação, o tipo de pavimentação, a altura dos edifícios e a presença de áreas arborizadas foram os principais determinantes no comportamento microclimático dos pontos de amostragem, particularmente em relação à temperatura e umidade relativa do ar.

Os resultados da presente investigação oferecem *insights* para profissionais envolvidos no planejamento de novas áreas urbanas em cidades de clima quente e úmido. Ademais, as conclusões destacadas fornecem subsídios importantes para revisões de planos diretores, regulamentação de uso do solo e estratégias de planejamento urbano, com vistas a garantir condições climáticas mais favoráveis, conforto térmico e bem-estar nas áreas urbanas.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Universidade Federal de Alagoas, ao Programa de Pós Graduação em Arquitetura e Urbanismo (PPGAU), à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoas de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsa de mestrado, e ao Grupo de Estudos da Atmosfera Climática Urbana (GATU), por todo apoio e equipamento cedido.

REFERÊNCIAS

[1] DINIZ, M. P.; OLDONI, S. M. **Morfologia Urbana: um instrumento de análise dos elementos da forma das cidades**. In: 14º Encontro Científico Cultural Interinstitucional, ISSN 1980-7406, 2016, FAG. Anais [...] FAG, 2016.

[2] BARBIRATO, G. M.; TORRES, S. C.; BARBOSA, R. V. B. **Espaços Livres e Morfologia Urbana: discussões sobre influência na qualidade climática e sustentabilidade urbana a partir de estudos em cidades no estado de Alagoas – Brasil**. Paisagem e Ambiente: ensaios, n. 36, p. 49-68, São Paulo, 2015.

[3] MARTINS, T. A. de L.; BONHOMME, M.; ADOLPHE, L. **Análise do impacto da morfologia urbana na demanda estimada de energia das edificações: um estudo de caso na cidade de Maceió, AL**. Ambiente Construído, v. 13, n. 4, p. 213-233, ISSN 1678-8621 Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, Porto Alegre, 2013.

[4] PADILHA, J. C.; GIACOMELLI, B; BENCHE, F.; MANTOVANI, P. R. A.; ECKERT, N. H.; NOGUEIRA, B. T. M. V. **Estratégias de mitigação do efeito ilha de calor em centros urbanos**. XIV Encontro Nacional de Paisagismo em escolas de Arquitetura e Urbanismo no Brasil. Santa Maria, 2018.

[5] MUNIZ-GAAL, L. P.; PEZZUTO, C. C.; CARVALHO, M. F. H. de; MOTA, L. T. M. **Eficiência térmica de materiais de cobertura**. Ambiente Construído, v. 18, n. 1, p. 503-518, ISSN 1678-8621 Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, Porto Alegre, 2018.

[6] CHOW, W. T. L., & BRAZEL, A. J. (2012). **Assessing xeriscaping as a sustainable heat island mitigation approach for a desert city**. Building and Environment, 47(1), 170-181, 2012 .DOI: https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2011.07.027

[7] BATTISTA, G.; CARNIELO, E.; VOLLARO L. de, R. (2016). **Thermal impact of a redeveloped area on localized urban microclimate: A case study ir Rome**. Energy and Buildings, 133. DOI: https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2016.10.004

[8] CALLEJAS, I. J. A., DURANTE, L. C.; OLIVEIRA, A. S. De; NOQUEIRA, M. C. D. J. A. **Diversidade e índice arbóreos em ambientes escolares**. Revista Eletronica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental, v. 18, n. 1, p. 454-466, Santa Maria, 2014.

[9] NOWAK, D. J.; KEVINI, L. C.; RAO, S. T.; SISTLA, G.; LULEY, C. J.; CRANE, D. E. **A modeling study of the impact or urban trees on ozone**. Atmospheric environment, v. 34, p. 1601-1613, New York, 2000.

[10] ORTOLANI, C.; VITALE, M. **The importance of local scale for assessing, monitoring and predicting of air quality in urban áreas**. Sustainable Cities and Society, v. 26, p. 150-160, 2016.

[11] NOGUEIRA, A. M. P.; ARAÚJO, I. A. L.; BITTENCOURT, L. S.; RESTAINO, G. **Impacto da verticalização no microclima urbano: o caso do bairro Guaxuma, em Maceió-AL, Brasil**. PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção, v. 9, n. 2, p. 72-85, ISSN 1980-6809, Campinas-SP, 2018.

[12] LEAL, L. P. S.; BARBOSA, R. V. R. **Morfologia Urbana e Microclimas: estudo de frações urbanas na cidade de Arapiraca/AL**. In: XV ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO E XL ENCONTRO LATINO-AMERICANO DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2019, João Pessoa. Anais [...]. João Pessoa, 2019.

[13] SOUZA, I. R. P. (2022) **Vazios Urbanos e Instrumentos Urbanísticos: a zona residencial do bairro centro, em Maceió-Al, como possibilidade de implantação da ZEIS tipo 2**, Universidade Federal de Alagoas, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Maceió.

[14] MACEIÓ. Lei nº 5.486, de 30 de dezembro de 2005, **Plano Diretor de Maceió. Prefeitura Municipal de Maceió**,Maceió, 2005.

[15] GOMES, Í. M. de O. M; HIDAKA, L. T. F. **OS VAZIOS URBANOS EM ÁREAS DE ENTORNO DE CENTROS HISTÓRICOS: estudo de caso na Porção Sudeste do SPE-1**. In: 4º SIMPÓSIO CIENTÍFICO DO ICOMOS BRASIL e 1º SIMPÓSIO CIENTIFICO ICOMOS-LAC, Rio de Janeiro, 2020.