III SIMPOSIO BRASILEIRO DE BIOMETEOROLOGIA HUMANA
26 a 28 de agosto de 2026

Análise comparativa da temperatura do ar no contexto da urbanização desigual da cidade de São Paulo

Maria Luiza Meningue (1); Nádia Gilma Beserra Lima (2)
(1) Bacharel, Universidade de São Paulo, marialuizameningue@usp.br
(2) Professora Doutora, Universidade de São Paulo, nadia.lima@usp.br

RESUMO

O presente trabalho aborda as variações de temperatura relacionada a diferentes controladores climáticos. Para tanto, foram selecionados dois pontos estratégicos, na cidade de São Paulo, que representam essas condições: a Estação Meteorológica Automática (EMA) do Laboratório de Climatologia e Biogeografia da Universidade de São Paulo (LCB-USP), que simboliza uma área arborizada e uma edificação no distrito de Sapopemba, onde foi instalado um datalogger, representando uma zona de urbanização densa. O estudo inclui a análise dos dados climáticos coletados nesses locais à luz das dinâmicas da urbanização desigual estudada. Através dos resultados, foi possível perceber a existência de ilha de calor ao longo da metrópole e a sua intensificação de acordo com o uso e ocupação do solo e a presença de vegetação urbana. Assim, Sapopemba apresentou as maiores temperaturas e LCB-USP, as menores.

Palavras-chave: Climatologia Urbana, Urbanização Desigual, Controladores Climáticos, Ilhas de Calor, Variação Microclimática

1. INTRODUÇÃO

Os controladores climáticos estão associados ao uso do solo e o impacto humano na paisagem; por outro lado, os fatores climáticos são a temperatura da superfície, do ar, a umidade relativa, radiação etc (MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2007) ou seja, eles estão acima do escopo de atuação da sociedade e são o germe do clima em suas diferentes escalas.

Assim, a área de estudo foi delimitada de acordo com os controles climáticos a serem estudados, sendo selecionada a Estação Meteorológica Automática (EMA) do LCB-USP, buscando a representação de um local com cobertura vegetal expressiva; com o intuito de analisar uma região influenciada pela urbanização por fim, foi instalado, em 24 de maio de 2025 e retirado 30 de setembro de 2025, um *datalogger*, para registro da temperatura do ar e umidade relativa do ar em Sapopemba. Com isso, encontram-se as representações necessárias para expressarem as mudanças ocasionadas no microclima pelos padrões urbanos atribuídos a cada uma dessas áreas.

2. OBJETIVO

O presente trabalho estuda a influência e interação das rugosidades do uso e ocupação do solo no microclima urbano por meio de uma análise comparativa do atributo climático da temperatura do ar em três bairros diferentes da cidade de São Paulo

3.0 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 O clima urbano e o uso e ocupação do solo

É necessário estudar o clima da cidade para buscar um ambiente urbano agradável e salubre para os citadinos e para procurar atenuar os efeitos nocivos da urbanização sobre o clima (OKE, Timothy R., 1987). A alteração no espaço natural é responsável por criar um ambiente adverso em relação ao primeiro, dessa forma, criam-se anomalias climáticas mudando os seus elementos e criando um comprometimento do ar sobre a cidade e aquele contaminado por ela, nos seus arredores (AMORIM, 2019; MONTEIRO, 1990). No contexto urbano, para Barry e Chorley (2010) as temperaturas são resultado da interação distinta dos controladores climáticos com o desenho da cidade. Assim, espera-se que locais mais adensados possuam maior temperatura do ar.

O Sistema Clima Urbano (SCU) não pode ser entendido distante da realidade urbana e a interação entre eles cria um clima próprio (MONTEIRO; MENDONÇA, 2003). Ao atingir tanto o espaço horizontal quanto o vertical, o clima urbano torna-se espacializado e projeta-se em diferentes direções, mostrando que ele não pode ser entendido separadamente. Buscando compreender melhor a cidade e o clima derivado. O SCU é interligado entre si e há uma retroalimentação entre os parâmetros de análise, tornando-o, dessa forma,

um sistema aberto. Para Monteiro, o uso e ocupação do solo, a morfologia e a função urbana são interligadas as alterações promovidas na produção e transformação do balanço de energia.

O tipo de urbanização é uma determinante para o clima das cidades. A urbanização periférica é consequências do desordenamento da cidade. Ela é caracterizada pela utilização de materiais mais baratos que, portanto, retém mais calor, a constante construção, casas mais aglomeradas, ausência de arborização, lote quase todo ocupado pela residência, presença ostensiva de asfalto e pouca permeabilidade do solo (REIS, 2024). Barry e Chorley afirmam que "a construção de cada casa, estrada ou fábrica destrói os microclimas existentes e cria novos microclimas de grande complexidade, que dependem do projeto, da densidade e da função da construção" (BARRY; CHORLEY, 2010, p. 406).

3.2 Ilha de Calor Urbano (ICU)

As Ilhas de Calor Urbano (ICU) são importantes formas que explicitam a nova dinâmica entre o clima e a cidade. Esse fenômeno é caracterizado por uma alteração climática em todas as três dimensões do espaço urbano e a sua principal expressão é a temperatura elevada, em relação ao seu entorno, causada pelas ações antropogênicas no meio, sendo que as proporções, intensidade e amplitude dessa ocorrência são diretamente condicionadas pelo desenho da ocupação urbana (AMORIM, 2019; OKE *et al.*, 2017).

Gartland (2010) aponta que a radiação solar esquenta a pavimentação, edificações, telhados e outras estruturas e essas possuem temperatura mais variável ao longo do dia, que, por sua vez, retém essa energia em sua estrutura. Tal retenção provoca a liberação de ondas longas após o Sol se pôr, dissipando energia para a atmosfera e, portanto, incrementando a temperatura dela (GARTLAND, 2010). Em contrapartida, superfícies como árvores, gramados e vegetação tendem a reter menos calor, podendo ficar na temperatura do ar ou, até mesmo, mais fresca que ele. A diferença da temperatura entre o meio urbano e rural, com isso, torna-se mais intensa após o fim da emissão de radiação solar. A intensidade da ICU é diretamente ligada a geometria, a extensão da mancha urbana, o tipo de uso para qual o solo é destinado, sua localização topográfica e o tipo de ocupação do entorno (BARRY; CHORLEY, 2010; OKE, 1978).

3.3 Arborização Urbana

Visando compreender as rugosidades do espaço no contexto de estudo, é determinante analisar a estruturação e consolidação da cidade e as disparidades socioeconômicas. A desigualdade dentro da metrópole paulistana atinge desde os padrões de ocupação e uso do solo até a distribuição de áreas verdes, sendo isso interligado ao acesso a renda das classes mais favorecidas. Observa-se que as árvores foram e são sempre objeto de desejo e manejadas, majoritariamente, para as elites (HUTHER; MASCARÓ, 2008).

A existência delas altera significativamente a evapotranspiração, diminuição da insolação através do aumento as sombras nas cidades, redução da temperatura e da poluição e aumentando a umidade relativa do ar (SOUZA *et al.*, 2019; GOMES; AMORIM, 2003; HUTHER; MASCARÓ, 2008). Sendo utilizada como um parâmetro que mede a salubridade ambiental, as áreas verdes e árvores "são importantes para a qualidade ambiental das cidades, já que assumem um papel de equilíbrio entre o espaço modificado para o assentamento urbano e o meio ambiente" (LIMA; AMORIM, 2006).

4. MÉTODO

A metodologia e técnicas aplicadas consistiram na produção e coleta de dados primários e secundários. Por meio desse conjunto de dados, foi feita uma análise dessa base de dados, na qual houve uma organização e sistematização em busca de padrões de comportamento da atmosfera nos parâmetros de temperatura do ar na Universidade de São Paulo e em Sapopemba. Os dados, analisados através de estatística descritiva por meio do *software* Excel, foram coletados de 01 de junho de 2025 a 31 de agosto de 2025.

O estudo dos dados foi feito de acordo com a análise rítmica proposta por Monteiro. Para ele, a análise climática sempre é pautada na repetição dos fenômenos pesquisados (MONTEIRO, 1971).

5. ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo, que é a cidade de São Paulo e seus diferentes distritos, foi escolhida de acordo com a associação da análise microclimática e de rugosidades da cobertura do uso do solo no município de São Paulo. Assim, optou-se por observar o contexto microclimático dos distritos, na Zona Leste, de Sapopemba e, na Zona Oeste, o bairro de Butantã. Em uma análise microclimática, conforme os objetivos do trabalho, o distrito de Sapopemba mostra-se ideal para pensar no impacto que a exígua vegetação tem em um contexto de urbanização periférica e de baixa renda em relação ao outro local (TARIFA; AZEVEDO, 2001). Em contrapartida, a EMA do LCB-USP encontra-se posicionada em uma unidade climática de intensa cobertura

vegetal e lotes de alta renda (TARIFA; AZEVEDO, 2001). O contraste entre as características desses distritos permitiu, dessa forma, explicitar as disparidades entre o clima de ambos na análise comparativa.

6.0 RESULTADOS

A média de temperatura do ar (Tar) do período de estudo de LCB-USP foi menor (16,2°C) do que em Sapopemba (16,8°C). A amplitude térmica do Butantã (26,2°C) também encontrou valores abaixo constatada em Sapopemba (27,2°C), evidenciando a importância da diferença do uso e ocupação do solo nos resultados climáticos do espaço urbano. Por meio do desvio padrão, concluiu-se que há menos afastamento da temperatura de LCB-USP (4,0) em relação a Sapopemba (4,2), o que mostra uma menor variabilidade térmica do local mais arborizado em relação àquele com a urbanização periférica. A maior diferença térmica, encontrada no dia 25 de agosto de 2025 às 15 horas, entre LCB-USP e Sapopemba foi de 6,8°C a mais no Butantã, fato anômalo diante das 60% das vezes em que a Tar desse distrito foi menor que a do outro ponto. Sapopemba apresentava-se mais quente (5°C de diferença) que LCB-USP no dia 23 de agosto de 2025, às 08 horas da manhã.

A EMA LCB-USP está em um local privilegiado, dentro do campus da Cidade Universitária Armando de Salles Oliveira, com amplos espaços arborizados e solo permeável. Ela é um fator determinante para essa característica, configurando-se como uma reguladora da temperatura (HUTHER; MASCARO, 2008) e prestadora de serviços ecossistêmicos para a saúde da população (HAINES-YOUNG et al, 2023). Tal dinâmica é percebida pela média ser menor nesse local, assim como a amplitude térmica, mostrando um clima mais ameno. Em contrapartida, Sapopemba sofre com as consequências de uma urbanização periférica. A ausência de planejamento mostra uma de suas repercussões quando tal local tem com maior variabilidade térmica e é, majoritariamente, mais quente. Além disso, há um desconforto térmico pelo desenho urbano e pela utilização de materiais que absorvem e retém radiação solar e, portanto, calor. Esse é lentamente dissipado durante a noite (REIS, 2024; GARTLAND, 2010), sendo mais uma causa das temperaturas altas do ponto.

A marcha horária, observada na Figura 1, mostra que o aquecimento da superfície é mais rápido em Sapopemba, que também possui a maior temperatura em relação ao LCB-USP. O ganho de calor ocorre de maneira mais gradual em Butantã pelas características de sua ocupação e arborização. Em Sapopemba, porém, pela sua urbanização intensa, a temperatura mais alta é às 14h. Em seguida, a atmosfera começa seu processo de resfriamento às 15h. Esse horário, em contrapartida, é quando o Butantã atinge o seu pico, indicando um aquecimento mais lento ocasionada pela cobertura vegetal, gerando uma temperatura maior do que em Sapopemba.

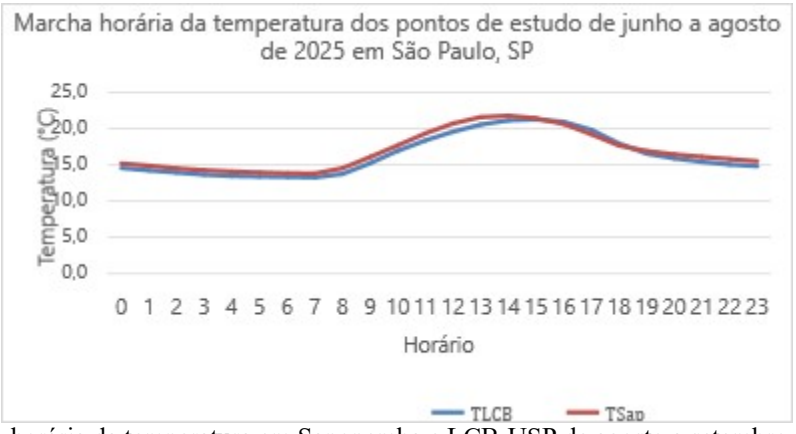


Figura 1 - Marcha horária da temperatura em Sapopemba e LCB-USP de agosto a setembro de 2025. (Elaborado pela autora)

As diferenças térmicas observadas são um reflexo do uso e ocupação do solo, o que é, consequentemente, associado à formação de ilhas de calor. Tal fenômeno é uma alteração climática na atmosfera e uma de suas principais características é a temperatura elevada em relação ao seu entorno, fato que ocorre pelas ações e formações antropogênicas no espaço e que, de acordo com elas, possui diferentes intensidades (AMORIM, 2019; OKE et. al., 2017). A pavimentação de Sapopemba, a falta de permeabilidade do solo e as residências privilegiando o baixo custo em detrimento do conforto térmico ocasionam a presença de uma temperatura maior, especialmente após o pôr-do-sol, período em que há intensificação do fenômeno. Esse comportamento pode ser visto, na Figura 1 a partir das 18 horas. Dessa forma, entende-se que Sapopemba sofre com temperaturas superiores as registradas no Butantã ao longo de 21 horas do dia, o que, alinhado as outras características do comportamento térmico, corroboram a existência de uma ICU mais forte no distrito

da zona leste.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados mostraram que a produção do SCU é resultado, dentre outros fatores, das dinâmicas capitalistas ligadas à desigualdade social. Foi observado que a presença de árvores é um fator de status e é ignorada, portanto, a necessidade delas para assegurar uma salubridade climática a todos. É entendido, ainda, que o uso e a ocupação do solo são de extrema importância para inferir como os elementos climáticos podem ser fortemente impactados por ele. Os inputs de energia são transformados pelos diferentes usos urbanos do espaço e a sua organização, perpetuando estruturas desiguais dentro da metrópole paulistana. Assim, Sapopemba, ponto de menor poder aquisitivo, possui uma urbanização sem planejamento e ausência de vegetação, ofertando um espaço de desconforto térmico pelas maiores temperaturas. Na contramão, Butantã oferece um espaço arborizado, ordenado e confortável termicamente para a população.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMORIM, M. C. D. C. T. ILHAS DE CALOR URBANAS: MÉTODOS E TÉCNICAS DE ANÁLISE. **Revista Brasileira de Climatologia**, [*S.l.*], 15 jun. 2019. DOI: https://doi.org/10.5380/abclima.v0i0.65136. Disponível em: https://revistas.ufpr.br/revistaabclima/article/view/65136. Acesso em: 29 mar. 2026.

BARRY, R. G.; CHORLEY, R. **Atmosfera, tempo e clima**. Porto Alegre: Bookman, 2010. 512 p.

GARTLAND, L. **Ilhas de calor: como mitigar zonas de calor em áreas urbanas**. São Paulo: Oficina de Textos, 2010. 248 p.

HAINES-YOUNG, R. CICES (Commom International Classification of Ecosystem Services) v5.2. 2023. Disponível em: https://www.cices.eu. Acesso em: 20 jan. 2026.

HUTHER, M. C.; MASCARÓ, J. J. Análise qualitativa da arborização urbana em bairros de diferentes classes sociais. Lisboa, v. 6, p. 17, 2008.

MENDONÇA, F.; DANNI-OLIVEIRA, I. M. **Climatologia: Noções Básicas E Climas Do Brasil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2007. 206 p.

MONTEIRO, C. A. de F. A cidade como processo derivador ambiental e a geração de um clima urbano: estratégias na abordagem geográfica. Florianópolis, v. 5, n. 9, p. 80–114, 1990.

MONTEIRO, C. A. de F. Análise ritmica em climatologia: problemas da atualidade climática em São Paulo e achegas para um programa de trabalho. São Paulo, n. 1, p. 21, 1971.

MONTEIRO, C. A. de F.; MENDONÇA, F. **Clima Urbano**. São Paulo: Editora Contexto, 2003. 191 p.

OKE, T. R.; MILLS, G.; CHRISTEN, A.; VOOGT, J. A. **Urban Climates**. Cambridge: Cambridge University Press, 2017. 546 p. Disponível em: https://doi.org/10.1017/9781139016476.

OKE, Timothy R. **Boundary layer climates**. Second edition. London: Methuen & Co, 1987. 435 p. Disponível em: https://doi.org/10.4324/9780203407219.

REIS, F. R. **A produção desigual do espaço e as repercussões no clima urbano: estudo de caso das subprefeituras de São Miguel Paulista e Pinheiros**. 2024. 144 f. Mestrado em Geografia Física – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2024. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/8/8135/tde-19122024-201510/. Acesso em: 29 mar. 2026.

SOUZA, C. M. D.; LEITE, L. P.; PERINI, P.; KARZMIERCZAK, L. A vegetação urbana a serviço do conforto térmico. **Labor e Engenho**, [*S.l.*], v. 13, p. 11, 9 nov. 2019. Disponível em: https://doi.org/10.20396/labore.v13i0.8654619.

TARIFA, J. R.; AZEVEDO, T. R. de. **Os climas na cidade de São Paulo: teoria e prática**. São Paulo: GEOUSP, 2001. 199 p.