

ADENTRAR À CIDADE E MODELIZAR A ILHA DE CALOR: UM ESTUDO SOBRE FLORIANÓPOLIS-SC

Geisa Silveira da Rocha¹
Vincent Dubreuil²

Resumo: Este estudo analisou a ilha de calor urbana (ICU) na área conurbada de Florianópolis, combinando observações in loco e modelagem espacial. Séries temporais de um ano subsidiaram modelos de regressão linear múltipla para estimar a distribuição espacial da ICU. No período de análise (julho de 2018 a junho de 2019), a intensidade média anual foi de 2,4 °C, com picos superiores a 7 °C em noites de alta estabilidade. Condições secas e estáveis intensificaram a ICU, enquanto chuva e vento reduziram as diferenças térmicas entre a cidade e a zona rural. A regressão mostrou forte relação entre variáveis morfológicas, geográficas e a intensidade da ICU. Fatores costeiros e a influência marítima modulam a intensidade e a distribuição espacial do fenômeno.

Palavras-chave: Ilha de calor urbana. Modelagem espacial. Cidades costeiras.

ENTERING THE CITY AND MODELING THE URBAN HEAT ISLAND: A STUDY ON FLORIANÓPOLIS-SC

Abstract: This study analyzed the urban heat island (UHI) in the Florianópolis conurbation, combining in situ observations and spatial modeling. One-year time series supported multiple linear regression models to estimate the spatial distribution of the UHI. During the study period (July 2018 to June 2019), the annual average intensity was 2.4 °C, with peaks exceeding 7 °C on nights of high stability. Dry and stable conditions intensified the UHI, while rain and wind reduced thermal differences between the city and the rural surroundings. The regression showed a strong relationship between morphological and geographical variables and UHI intensity. Coastal factors and maritime influence modulate the intensity and spatial distribution of the phenomenon.

Keywords: Urban heat island. Spatial modeling. Coastal cities.

ADENTRAR EN LA CIUDAD Y MODELAR LA ISLA DE CALOR: UN ESTUDIO SOBRE FLORIANÓPOLIS-SC

Resumen: Este estudio analizó la isla de calor urbana (ICU) en la área conurbada de Florianópolis, combinando observaciones in situ y modelado espacial. Series temporales de un año sirvieron de base para modelos de regresión lineal múltiple destinados a estimar la distribución espacial de la ICU. Durante el período de análisis (julio de 2018 a junio de 2019), la intensidad media anual fue de 2,4 °C, con picos superiores a 7 °C en noches de alta estabilidad. Las condiciones secas y estables intensificaron la ICU, mientras que la lluvia y el viento redujeron las diferencias térmicas entre la ciudad y el entorno rural. La regresión mostró una fuerte relación entre variables morfológicas y geográficas y la intensidad de la ICU. Los

¹ Université de Moncton, Département d'histoire et géographie, Moncton, Canadá, geisa.rocha@umoncton.br, <https://orcid.org/0000-0003-2178-568X>

² Université Rennes 2, Département de Géographie, Rennes, França, vincent.dubreuil@univ-rennes2.fr, <https://orcid.org/0000-0001-8383-805X>

factores costeros y la influencia marítima modulan la intensidad y la distribución espacial del fenómeno.

Palabras clave: Isla de calor urbana. Modelación espacial. Ciudades costeras.

Introdução

O título do presente artigo, “Adentrar à cidade e modelizar a ilha de calor”, constitui uma alusão ao texto clássico de Carlos Augusto Figueiredo Monteiro, “Adentrar a cidade para tomar-lhe a temperatura”, publicado em 1990 nesta revista. Já amplamente reconhecido à época, e com legado que permanece estruturante nos estudos de clima urbano no Brasil, Monteiro propôs um “roteiro de estratégia para abordagem da análise do campo térmico nas cidades brasileiras” (Monteiro, 1990, p. 62).

O presente artigo, contudo, não tem a pretensão de atualizar aquela proposição, mas de apresentar resultados de modelagem do campo térmico com base em técnicas mais recentes, aplicadas ao caso de Florianópolis, cidade na qual o próprio Monteiro, em parceria com Sezerino (1990), realizou uma das primeiras investigações desse gênero no Brasil.

Desde a publicação de Monteiro, transcorreram 36 anos até o momento atual (2026), período em que as alterações climáticas globais aprofundaram a tendência de aquecimento e de extremos térmicos. Dados climáticos recentes indicam que os últimos anos figuram entre os mais quentes já registrados desde o início das medições instrumentais. Esse aumento de temperatura tem se refletido tanto em eventos de calor extremo mais intensos e prolongados quanto na ocorrência de noites tropicais, períodos com temperaturas mínimas elevadas que reduzem o resfriamento noturno e agravam o desconforto térmico urbano (IPCC, 2021; Mora et al., 2017; WMO, 2024).

Áreas costeiras, como Florianópolis, já apresentam, por natureza, elevada complexidade e fragilidade ambiental. Quando se incorporam a esse contexto os processos de urbanização e as projeções associadas às mudanças climáticas, os níveis de vulnerabilidade tendem a se intensificar. A elevação do nível relativo do mar e as transformações nos padrões de frequência e intensidade de eventos meteorológicos e oceanográficos extremos configuram distintos tipos de riscos costeiros (IPCC, 2014, 2022).

A ilha de calor representa uma das expressões mais reconhecidas do clima urbano e vem sendo amplamente investigada nas últimas décadas. Inicialmente, os estudos se concentravam principalmente em grandes metrópoles, onde os efeitos térmicos eram mais evidentes para a população. Contudo, municípios de porte médio e pequeno também passaram a integrar as pesquisas acadêmicas e científicas, especialmente à medida que seus processos de urbanização provocaram alterações substanciais nas paisagens naturais e no campo térmico local (Mendonça, 1995; Amorim, 2017).

Embora a literatura histórica sobre ilhas de calor urbana (ICU) tenha priorizado grandes centros (Landsberg, 1981; Lombardo, 1985), é importante salientar que uma parcela expressiva da população mundial, cerca de 28,5%, vive em cidades com menos de um milhão de habitantes, sendo que aproximadamente metade reside em centros urbanos com população entre 100 mil e 500 mil habitantes (United Nations, 2015). Estudos mais recentes indicam que a investigação de ICU em cidades médias tem se expandido e demonstrado que a intensidade do fenômeno pode ser até mesmo comparável à observada em áreas metropolitanas de grande porte (Amorim & Dubreuil, 2017). No Brasil, os dados do Censo Demográfico de 2022 apontam que as cidades médias foram aquelas que registraram maior crescimento populacional, reforçando a necessidade de compreender como as ilhas de calor se configuram nesses contextos urbanos em rápida expansão (IBGE, 2022).

No âmbito deste estudo, a ilha de calor urbana (ICU) é compreendida como a diferença térmica entre a área urbanizada e seu entorno rural ou não urbanizado (Deilami et al., 2018; Wang, 2022). Trata-se de um fenômeno cuja caracterização varia conforme os procedimentos metodológicos empregados na mensuração da temperatura. De acordo com Oke et al. (2017), podem ser distinguidos quatro principais tipos de ICU: da camada limite urbana, da camada do dossel urbano, superficial e subsuperficial.

A presente pesquisa analisa a ICU da camada do dossel urbano, aqui chamada de ICU atmosférica, que corresponde a temperatura do ar medida na baixa atmosfera, sendo influenciada pelas condições de uso e ocupação do solo, e pela morfologia urbana. Essa abordagem, é, portanto, mais adequada para estudos de clima urbano em escala local, já que representada as condições térmicas que a população experimenta. Diferentemente da ICU de superfície, mensurada por sensores orbitais e que se refere a temperatura da superfície da terra, e que por sua

vez, pode ser distinta da temperatura do ar urbano, tornando-se mais apropriada para análises em escala regional como também para estudos do balanço de energia (Acosta et al., 2023; Hu et al., 2019).

Nesse contexto, a pesquisa tem como objetivo representar, por meio de técnicas de modelagem espacial, a ilha de calor urbana na região conurbada de Florianópolis, Santa Catarina.

Caracterização da área de estudo

Florianópolis, capital do estado de Santa Catarina e foco deste estudo, localiza-se na região Sul do Brasil. Entre 2010 e 2022, sua população cresceu de 421.240 para 537.211 habitantes (IBGE, 2022). Esse rápido crescimento urbano intensificou o processo de conurbação com municípios vizinhos, especialmente São José, Biguaçu e Palhoça que, somados a capital catarinense, totalizam aproximadamente 1,07 milhão de habitantes.

Embora a região conurbada já atinge, atualmente, um porte demográfico típico de grandes cidades, é importante destacar que esse enquadramento corresponde a um processo recente de expansão urbana. Até 2010, Florianópolis apresentava características demográficas e funcionais típicas de cidades médias, situando-se, portanto, fora do foco predominante da literatura clássica sobre clima urbano, historicamente concentrada em grandes centros.

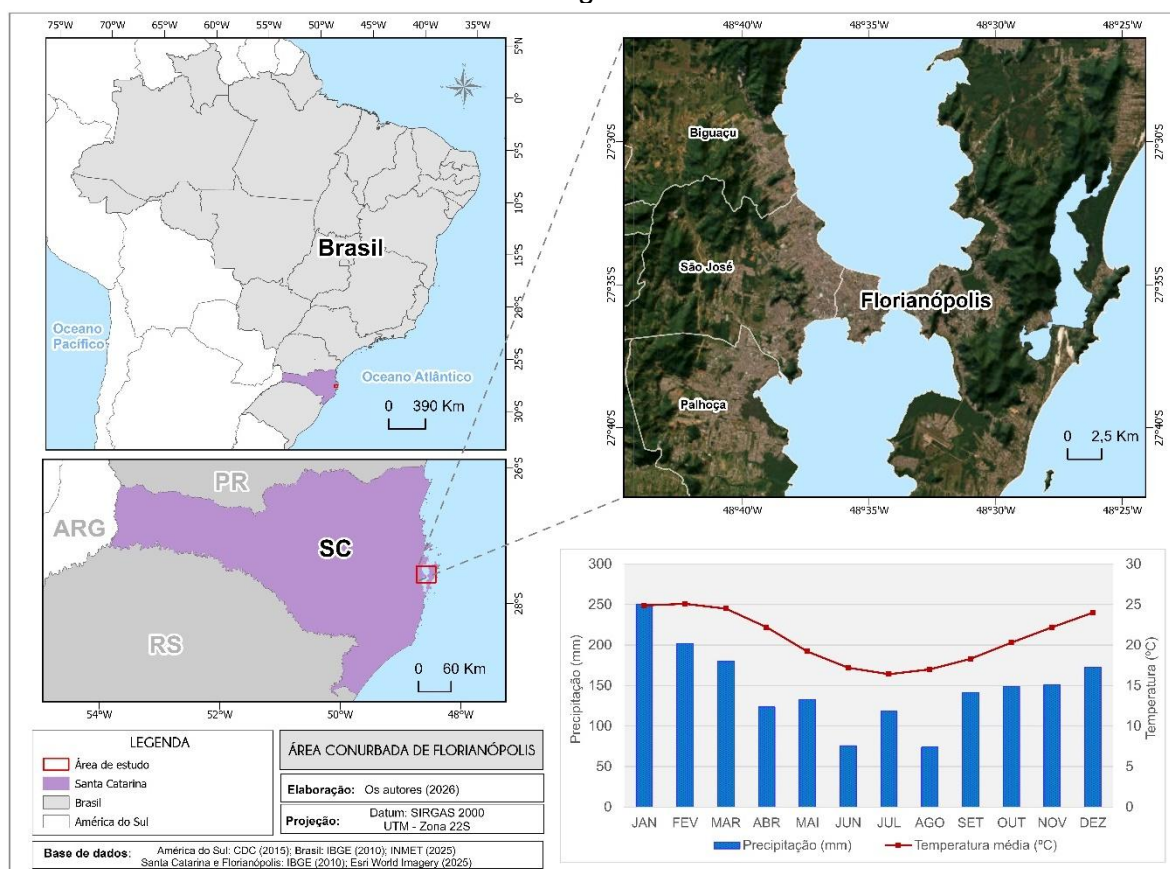
Nesse sentido, a área de estudo constitui um caso particularmente relevante, pois permite analisar a dinâmica da ilha de calor urbana em um contexto de transição entre cidade média e aglomeração urbana de maior porte. Esse processo de expansão tem causado e agravado variados problemas urbanos, incluindo o fenômeno de ilha de calor urbano investigado neste trabalho.

Para compreender o clima urbano em Florianópolis, é fundamental analisar suas características sinóticas e regionais, que modulam a interação entre a atmosfera e o ambiente urbano, uma vez que cada cidade apresenta estruturas, morfologias e padrões de uso do solo distintos, que influenciam a dinâmica térmica local. Conhecer essas particularidades permite identificar as condições atmosféricas predominantes que favorecem a formação de ilhas de calor, fornecendo um entendimento mais detalhado do clima urbano em diferentes contextos geográficos (Monteiro, 1990).

Neste contexto, Florianópolis localiza-se entre as latitudes 27°15' S e 27°45' S, em um território predominantemente insular, já que cerca de 97% do município está situado na Ilha de Santa Catarina (Figura 01). Como cidade litorânea, a região sofre forte influência marítima, que atua principalmente na moderação das temperaturas e na atuação de circulações locais, como os sistemas de brisa, reduzindo a amplitude térmica diária e sazonal.

A precipitação apresenta distribuição relativamente uniforme ao longo do ano, com valores ligeiramente mais elevados nos meses mais quentes, estando esse regime associado sobretudo à atuação de sistemas atmosféricos de escala sinótica. Segundo a classificação climática de Köppen, o clima regional é do tipo "Cfa", caracterizado como temperado, sem estação seca e com verões quentes (Dubreuil et al., 2018).

Figura 01 - Área conurbada de Florianópolis: localização e climograma baseado na Normal Climatológica de 1981–2010.



Fonte: Elaboração própria (2026), com dados da estação meteorológica do Instituto Nacional de Meteorologia (Normais Climatológicas 1981–2010).

Conforme a Normal Climatológica de 1981 a 2010, a temperatura média anual varia aproximadamente entre 15 °C e 25 °C, sendo mais baixa no período de abril a agosto (INMET, 2018). Essa variabilidade térmica é modulada pela proximidade do oceano, cuja influência é potencializada pela ação combinada de diferentes sistemas atmosféricos, como o Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul (ASAS) e a Massa de Ar Polar Atlântica (mPa), elementos centrais na dinâmica climática regional (Pugas; Vitor; Quadro, 2024).

A atuação do ASAS, em conjunto com a Massa de Ar Tropical Atlântica (mTa), favorece temperaturas mais elevadas e a ocorrência de ventos predominantes dos quadrantes norte e nordeste, especialmente no verão. Por outro lado, a chegada da mPa, associada ao Anticiclone Migratório Polar (AMP), traz ventos do sul, reduzindo tanto a temperatura quanto a umidade, principalmente durante o inverno (Marengo et al., 2023). A alternância desses padrões atmosféricos está diretamente relacionada à passagem de sistemas frontais, em particular a Frente Polar Atlântica (FPA), que resulta da interação entre as massas de ar mTa e mPa (Reboita, 2019, Escobar; Reboita, 2022).

Conforme Rocha, Dubreuil e Mendonça (2020), a estabilidade atmosférica constitui um elemento central para a compreensão da dinâmica da ICU em Florianópolis. Relação essa documentada em diversos estudos que mostraram que as condições atmosféricas estáveis, associadas a céu claro, ventos fracos e ausência de chuvas, favorecem a intensificação da ICU (Oke, 1982; Eliasson; Holmer, 1990; Amorim, 2017; Zak et al., 2020). Em Florianópolis, tais condições acontecem especialmente durante a atuação da mPa ou da mTa, sobretudo da primeira, quando se verificam ausência de precipitação, reduzida cobertura de nuvens e ventos fracos, fatores que favorecem maior diferença térmica entre áreas urbanas e não urbanas.

Materiais e métodos

As pesquisas sobre clima urbano e a formação de ilhas de calor apresentam trajetória consolidada na literatura científica, com avanços metodológicos mais expressivos a partir da década de 1980, sobretudo com a incorporação de modelagens climáticas e abordagens fundamentadas no balanço de energia e nos fluxos atmosféricos. Ainda que essa produção tenha avançado de forma expressiva no cenário internacional e, mais recentemente no Brasil, persistem lacunas quanto a abordagens que integrem, de maneira articulada, os atributos morfológicos das cidades, os padrões de uso e cobertura da terra e as práticas socioeconômicas às variações climáticas locais (Amorim et al., 2015; Anjos et al., 2017).

Nesse quadro, os métodos estatísticos, especialmente as regressões lineares simples e múltiplas, destacam-se como instrumentos relevantes para estabelecer relações entre a temperatura do ar e as características da superfície urbana. Estudos anteriores evidenciam a pertinência dessa abordagem ao considerar variáveis como densidade construtiva, cobertura vegetal, topografia e padrões de uso do solo na explicação dos contrastes térmicos intraurbanos (Matzarakis & Mayer, 2008; Brabant et al., 2024).

Procedimentos de definição dos pontos de medição e preparação dos dados para modelagem da ICU

A construção do modelo baseou-se em registros de temperatura do ar associados a variáveis meteorológicas complementares, provenientes tanto de medições realizadas em campo quanto de bases institucionais secundárias.

A rede primária foi estruturada com doze equipamentos previamente calibrados, sendo seis estações meteorológicas completas do modelo *Davis Vantage Vue* e seis sensores térmicos *Tinytag*. Os instrumentos foram instalados em conformidade com as recomendações da Organização Meteorológica Mundial (OMM, 2024).

Complementarmente, foram incorporados dados de cinco estações automáticas vinculadas a diferentes instituições: Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC), Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), Rede de Meteorologia do Comando da Aeronáutica (REDEMET), Centro de Informações de Recursos Ambientais e de Hidrometeorologia de Santa Catarina (CIRAM-EPAGRI) e Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). A figura 02 mostra a distribuição dos pontos de medida.

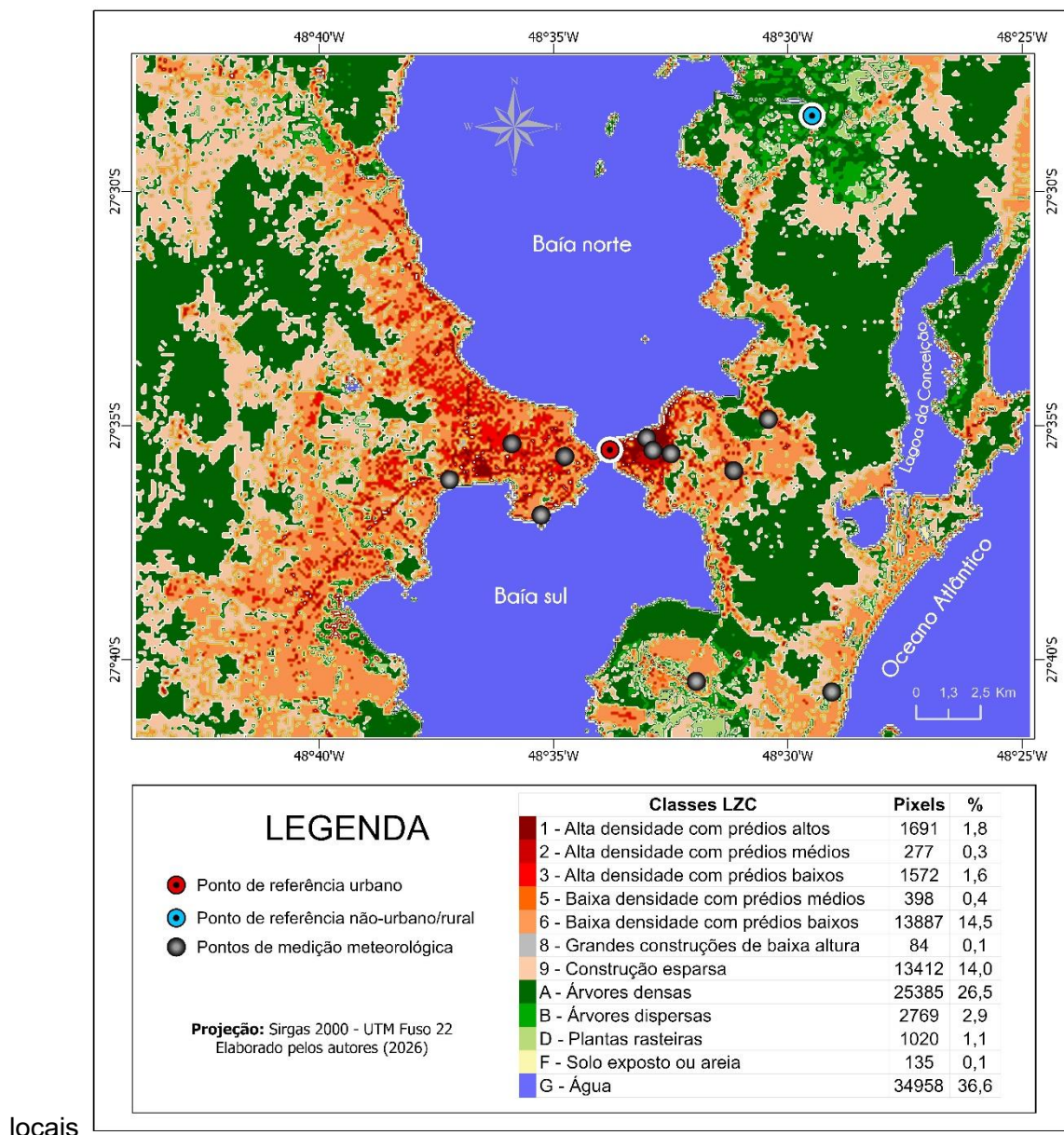
O recorte temporal analisado compreende doze meses completos, entre 1º de agosto de 2018 e 31 de julho de 2019, abrangendo desta forma, as quatro estações do ano. Foram consideradas as seguintes variáveis, com periodicidade horária: temperatura do ar (instantânea, máxima e mínima), umidade relativa, pressão atmosférica, precipitação e vento (direção e velocidade). O tratamento e a organização dos dados foram realizados nos softwares *WeatherLink 6.0* e no *Excel*.

Durante o período de monitoramento, ocorreram lacunas pontuais na série temporal em razão de intercorrências técnicas e da necessidade de realocação de alguns sensores. A consistência dos dados foi assegurada por meio da verificação sistemática das séries, com identificação de registros ausentes e preenchimento apenas nos casos em que havia medições simultâneas provenientes de outro equipamento instalado no mesmo local. Ao término do processo de validação, 86,3% das séries apresentavam registros contínuos, garantindo representatividade temporal adequada para a modelagem da ilha de calor urbana.

Cabe destacar que a definição espacial desses pontos não se restringiu a critérios de equidistância, mas considerou a necessidade de representar a heterogeneidade intraurbana. Conforme destaca Monteiro (1990), a eficiência da análise do clima urbano depende menos do grau de sofisticação dos instrumentos e mais da coerência teórica que orienta a distribuição dos pontos de observação. Para o autor, a cidade não constitui um espaço neutro, de modo que a seleção dos locais

de medição deve buscar expressar seus contrastes morfológicos e funcionais. Nesse sentido, a implantação da rede primária procurou refletir as especificidades do tecido urbano local, condição considerada fundamental para a qualidade da interpretação climática.

Com base nesse entendimento teórico, a definição dos pontos de medição foi operacionalizada de modo a contemplar diferentes padrões de uso do solo e morfologias urbanas, sem desconsiderar aspectos operacionais, como a segurança dos equipamentos e a minimização de interferências externas. Para sistematizar essa diversidade intraurbana, adotou-se o referencial das Zonas Climáticas Locais (Local Climate Zones, LCZ), conforme Stewart e Oke (2012), permitindo a caracterização microclimática dos distintos contextos urbanos (Figura 02). A classificação LCZ foi realizada com o LCZ Generator, do projeto WUDAPT (Demuzere *et al.*, 2021).

Figura 02 – Localização dos pontos de medida e classificação das zonas climáticas

locais

Fonte: Autoria própria (2026).

A intensidade ICU foi calculada a partir da diferença de temperatura entre um ponto urbano de referência e um ponto rural ou não urbanizado, seguindo a metodologia aplicada em estudos anteriores (Amorim *et al.*, 2015; Amorim & Dubreuil, 2017; Foissard *et al.*, 2019; Rocha, 2021). Usou-se o seguinte cálculo:

$$T_{ICU} = T_{ref-urb} - T_{ref-rur}$$

Em que T_{ICU} representa a magnitude da ICU, $T_{ref-urb}$ é a temperatura observada no ponto urbano de referência e $T_{ref-rur}$ a temperatura registrada no ponto rural ou não urbano.

O ponto urbano de referência foi definido na península central de Florianópolis, caracterizado por intenso fluxo veicular, edificações de médio e grande

porte e reduzida cobertura vegetal, configurando um setor urbano consolidado e de alta densidade. O ponto de referência não-urbano ou rural, foi estabelecido na Estação Ecológica de Carijós, localizada na porção norte da ilha, área com vegetação densa e pouco impactada pela urbanização.

Com exceção do ponto rural, todos os locais de monitoramento inserem-se em LCZs de 1 a 6, refletindo diferentes padrões de densidade e organização urbana. As estações na península central e no setor continental concentram LCZs 1, 2 e 3, associadas a edificações compactas, traçado urbano regular e presença limitada de áreas verdes. Nas áreas externas predominam LCZ 6 (open low-rise), caracterizadas por edificações baixas, vegetação mais espaçada e padrão viário em “espinha de peixe”, no qual uma via principal estrutura o crescimento urbano, sendo acompanhada por ruas secundárias perpendiculares ou diagonais, configurando um tecido linear e ramificado.

Do ponto de vista topográfico, a rede buscou representar ambientes costeiros de baixa altitude, captando a diversidade geográfica da área. A maior parte das estações localizou-se abaixo de 10 metros e a menos de 1,5 km do litoral, evidenciando a influência marítima sobre a variabilidade térmica local.

Além das LCZs, para caracterizar o entorno de cada estação, foram utilizados dados cadastrais oficiais dos municípios de Florianópolis, São José, Biguaçu e Palhoça, incluindo informações sobre uso do solo, tipo de edificação e função predominante. Observou-se predominância de áreas residenciais (38%), seguidas de serviços públicos (19%), serviços privados (17%), lotes vazios (11%) e comércio (11%), enquanto áreas mistas, religiosas e industriais representaram menos de 4%.

A combinação entre LCZ e uso do solo ajuda a compreender melhor as características intraurbanas, já que os pontos em áreas residenciais de baixa altura correspondem majoritariamente à LCZ 6, enquanto setores mais densos e institucionalizados se alinham às classes LCZ 1 a 3. Essa heterogeneidade morfológica e funcional influencia densidade construtiva, permeabilidade do solo e cobertura vegetal, constituindo assim, importantes fatores na intensidade e configuração da ICU.

A magnitude da ICU foi classificada segundo Fernández Garcia (1996) em quatro intervalos: fraca (0-2°C), moderada (2-4°C), forte (4-6 °C) e muito forte (>6 °C), permitindo uma interpretação padronizada dos resultados.

Processo de modelização da ICU por regressão múltipla

A metodologia adotada inspira-se nos modelos desenvolvidos por Foissard (2015) e Foissard *et al.* (2019) para a cidade de Rennes (França), nos quais a temperatura do ar é estimada a partir de variáveis relacionadas às características físicas da superfície urbana, como uso do solo, morfologia edificada, fator de visão do céu, altitude e distância ao centro urbano. Essa abordagem foi posteriormente adaptada ao contexto brasileiro por Amorim *et al.* (2015).

No presente estudo, optou-se pela regressão linear múltipla (RLM) em razão de seu desempenho superior em análises comparativas recentes. Rocha, Dubreuil e Goudard (2025), ao compararem interpoladores geoestatísticos e modelos explicativos aplicados à espacialização da ICU, observaram que a RLM apresentou maiores coeficientes de determinação e menores erros médios, sobretudo em contextos com baixa densidade de estações meteorológicas. Segundo os autores, a incorporação explícita de variáveis ambientais e morfológicas aumenta a robustez estatística do modelo e sua capacidade preditiva. Considerando as características da rede empregada nesta pesquisa, a regressão múltipla mostrou-se a abordagem mais adequada para estimar a magnitude espacial da ICU.

A construção do modelo iniciou-se com a elaboração das bases cartográficas a partir de imagens do satélite Landsat 8 e do Modelo Digital de Elevação (MDE) do Topodata-INPE, ambos com resolução espacial de 30 metros. As imagens de satélite foram utilizadas para o cálculo do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI), com intuito de identificar padrões de cobertura vegetal e distinguir áreas urbanizadas de setores com maior presença de vegetação.

O NDVI foi integrado ao processamento das bandas espectrais para a classificação do uso do solo, inicialmente por meio de técnicas de agrupamento automático e, posteriormente, ajustada com base no conhecimento técnico da área de estudo. A classificação final resultou em cinco categorias: corpos d'água, vegetação esparsa, vegetação densa, áreas urbanizadas e áreas densamente urbanizadas.

Além disso, o MDE foi usado para gerar uma máscara altimétrica, restringindo a modelagem às áreas situadas até 100 metros de altitude, uma vez que nenhuma das estações meteorológicas estava acima desse limite. O MDE também foi utilizado para o cálculo da distância em relação ao mar, variável fundamental em cidades costeiras, onde a proximidade marítima exerce influência significativa na modulação

térmica. Assim sendo, o modelo incorporou simultaneamente os efeitos do relevo e do gradiente costeiro na formação da ICU.

Com base nas classes de uso do solo e nas variáveis geográficas definidas, foram aplicados buffers com diferentes raios ao redor dos pontos de medição, com o objetivo de avaliar a correlação entre a frequência de cada classe e a magnitude da ICU observada. Esse procedimento permitiu identificar a escala espacial de maior influência de cada variável e ajustar o modelo às especificidades da área urbana analisada.

Na etapa de regressão múltipla, a magnitude da ICU registrada nos pontos foi relacionada às variáveis ambientais e geográficas selecionadas, estimando-se os coeficientes associados a cada parâmetro. Esses coeficientes foram posteriormente aplicados em ambiente *raster*, possibilitando a estimativa contínua da ICU para toda a área urbanizada, inclusive em locais sem medições diretas. Assim, o modelo final integra informações sobre densidade construtiva, cobertura vegetal, altitude e distância ao mar.

Esse procedimento não apenas viabiliza o mapeamento da intensidade da ilha de calor, mas também permite compreender de que maneira diferentes padrões de ocupação e características ambientais influenciam a dinâmica térmica, considerando de forma integrada urbanização, vegetação, relevo e influência marítima.

Discussão dos resultados

Os resultados são discutidos a partir de duas perspectivas; A primeira aborda a dinâmica temporal do fenômeno da ICU, analisando sua variação ao longo do período de observação e evidenciando os padrões de intensidade registrados. A segunda refere-se à modelagem espacial da ICU por regressão linear múltipla, que possibilita estimar sua distribuição no espaço a partir da incorporação de variáveis geoambientais.

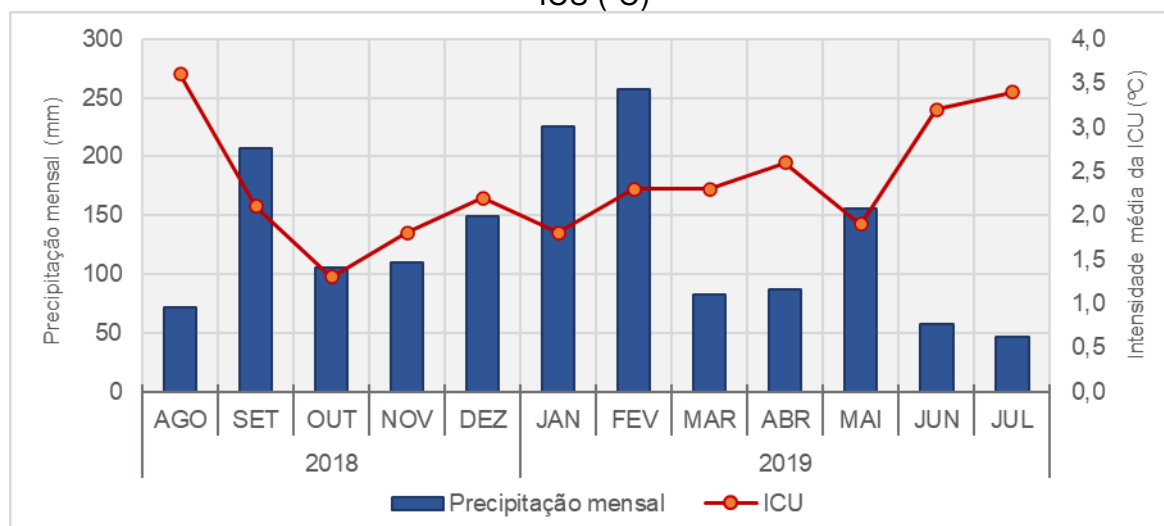
Dinâmica temporal da Ilha de Calor Urbana

Durante o período analisado, as condições climáticas apresentaram temperaturas ligeiramente superiores à normal climatológica de referência (1981-2010) e precipitação anual um pouco abaixo da média, com alguns meses mais

secos, como março e junho de 2019, e outros com acumulados mais elevados, como setembro de 2018 e fevereiro de 2019.

A intensidade média anual da ICU foi de 2,4 °C. O maior contraste térmico entre os pontos de medição ocorreu em agosto de 2018, quando a diferença diária entre as temperaturas mínimas atingiu 7,3 °C, valor classificado como de magnitude muito forte. Em termos sazonais, as maiores intensidades médias foram registradas no inverno, com média de 3,4 °C, destacando-se os meses de agosto de 2018, junho e julho de 2019, meses esses mais secos que a normal. No outono, a intensidade média foi de 2,3 °C, enquanto no verão a diferença térmica média entre os pontos alcançou 2,1 °C, valor ligeiramente superior ao observado na primavera (figura 03).

Figura 03 - Relação entre precipitação mensal (mm) e intensidade média mensal da ICU (°C)



Fonte: Autoria própria (2026).

Além da sazonalidade, a precipitação também influenciou a intensidade da ICU. De modo geral, observou-se uma relação inversa entre o volume de chuva e a magnitude da ilha de calor. Tal relação também constatada em diversos trabalhos sobre o tema, tanto em cidades brasileiras a exemplo de Presidente Prudente, no estado de São Paulo (Cardoso *et al.*, 2017; Amorim, 2020) e em Londrina, no Paraná (Anjos *et al.*, 2020) como também em outros países, a exemplo de Xangai na China (Huang *et al.*, 2020) e Rennes na França (Amorim; Dubreuil, 2017).

Na área estudada, meses com menores acumulados pluviométricos, como agosto de 2018, junho e julho de 2019 (média aproximada de 58 mm), apresentaram intensidades superiores a 3 °C, enquanto períodos mais chuvosos, como setembro de 2018, janeiro e fevereiro de 2019 (acima de 200 mm), registraram valores

inferiores a 2,5 °C. A correlação linear mensal entre precipitação e intensidade da ICU foi -0,53, indicando associação moderada entre essas variáveis. Uma relação muito similar, embora sob condições climáticas distintas, foi observado em Presidente Prudente (clima tropical continental); conforme Amorim (2020), as menores intensidades de ICU ocorreram durante os meses mais chuvosos (janeiro, fevereiro e dezembro), enquanto as magnitudes muito fortes foram registradas principalmente em dias sem precipitação.

Considerando os episódios de chuva, foram classificados como dias chuvosos aqueles com acumulado igual ou superior a 1 mm (tabela 01). Observou-se que a ICU de fraca magnitude (0–2 °C) ocorreu frequentemente nesses dias, representando em média 53 % dos casos. Já as classes de intensidade média e forte apresentaram menor frequência durante precipitações, sugerindo que condições atmosféricas associadas à chuva tendem a reduzir os contrastes térmicos entre áreas urbanas e não urbanas. Tendência essa também observada em Rennes, na França, de clima temperado oceânico, onde a precipitação é uniformemente distribuída ao longo do ano (assim como Florianópolis), o que faz com que a ICU apresente, em média, de menor magnitude quando comparada a cidades tropicais; no entanto, eventos de chuva mais intensa na cidade francesa foram associados às menores intensidades de ICU (Amorim; Dubreuil, 2017).

Tabela 01 - Valores médios de precipitação (mm) registrados em dias classificados segundo a intensidade da ilha de calor urbana (ICU), por mês (2018–2019)

Ano	Mês	Dias de chuva (>1mm)	Ausente ou negativa	Fraca (0 a 2 °C)	Média (2 a 4 °C)	Forte (4 a 6 °C)	Muito forte (>6 °C)
2018	8	8	-	7,3	2,6	0,0	0,1
	9	13	1,6	10,9	3,3	1,0	0,0
	10	16	0,4	5,0	1,0	0,0	-
	11	14	-	4,2	3,3	0,0	-
	12	12	0,0	6,3	3,5	0,0	-
2019	1	13	0,0	12,7	1,7	-	-
	2	13	-	14,7	5,1	0,0	-
	3	16	-	2,8	1,9	4,9	-
	4	8	-	5,1	2,2	0,0	-
	5	15	-	5,6	4,4	0,8	-
	6	4	0,0	5,0	0,2	0,6	0,1
	7	7	-	4,5	0,5	0,2	0,1
Média			0,4	7,0	2,5	0,7	0,1

Fonte: Autoria própria (2026).

De maneira geral, os resultados indicam que a ICU está presente ao longo de todo o ano, porém sua intensidade varia conforme fatores sazonais e condições meteorológicas. Períodos mais secos e estáveis favorecem a intensificação do fenômeno, enquanto a ocorrência de precipitação tende a atenuar as diferenças térmicas observadas. Essas tendências fornecem a base para a análise espacial e a modelagem da ICU apresentadas na seção seguinte.

Modelagem espacial da Ilha de Calor Urbana por regressão múltipla

Para representar a distribuição espacial da ICU, foram selecionados dias representativos associados a diferentes condições de estabilidade atmosférica. A seleção baseou-se na classificação PGT (Pasquill-Gifford-Turner) adotada por Rocha *et al.* (2020) para o estudo de ICU e aplicada às condições atmosféricas do período noturno, que compreende o intervalo entre o entardecer e o amanhecer do dia seguinte.

A partir dessa classificação, o período de análise foi dividido em dois grupos: as noites caracterizadas por alta estabilidade atmosférica e noites com menor estabilidade. Para representar a situação mais estável, foram filtradas as noites com condições extremamente estáveis e com baixa velocidade do vento. Esse conjunto resultou em 81 dias, dentre os quais foi selecionado o episódio de 06/08/2018. Para a condição de menor estabilidade, foram consideradas as noites classificadas como estabilidade neutra, totalizando 72 dias; desse grupo foi escolhido o episódio de 21/06/2019.

Durante o episódio de 06–07 de agosto de 2018 (figura 04, à esquerda), a região encontrava-se sob atuação da massa polar atlântica (mPa), com céu limpo ao longo de todo o período analisado. Nessas condições, os primeiros modelos indicam que, no final da tarde, as diferenças térmicas entre áreas urbanas e não urbanas ainda eram restritas a setores mais densamente urbanizados da conurbação. Destacaram-se especialmente o centro da península insular e áreas urbanizadas do continente, onde as diferenças térmicas alcançaram cerca de 4 °C.

Com o avanço da noite, a ICU tornou-se mais extensa e intensa. Por volta das 21h, a redução da velocidade do vento favoreceu o fortalecimento do contraste térmico, com valores entre 5 °C e 6 °C sobre grande parte das áreas urbanizadas. Durante a madrugada, a intensidade da ICU atingiu seus maiores valores,

superando 7 °C em setores centrais da península insular e em áreas urbanizadas do continente.

Em contraste, o episódio de 21–22 de junho de 2019 (figura 04, à direita), representativo de condições de menor estabilidade atmosférica, apresentou um desenvolvimento mais limitado da ICU. Nesse período, predominaram ventos do quadrante norte, frequentemente superiores a 2,5 m/s, fator que contribuiu para restringir tanto a intensidade quanto a extensão espacial do fenômeno. No início da noite (18h), as diferenças térmicas eram relativamente modestas e acompanhavam o padrão geral da urbanização, com valores entre 2 °C e 3 °C.

As maiores intensidades foram registradas entre 21h e 0h, quando alguns setores urbanizados apresentaram contrastes térmicos próximos de 4 °C. Em casos pontuais, sobretudo na porção leste da ilha, foram observados contrastes mais elevados, associados à combinação entre características locais de uso do solo e as temperaturas registradas nos pontos de medição.

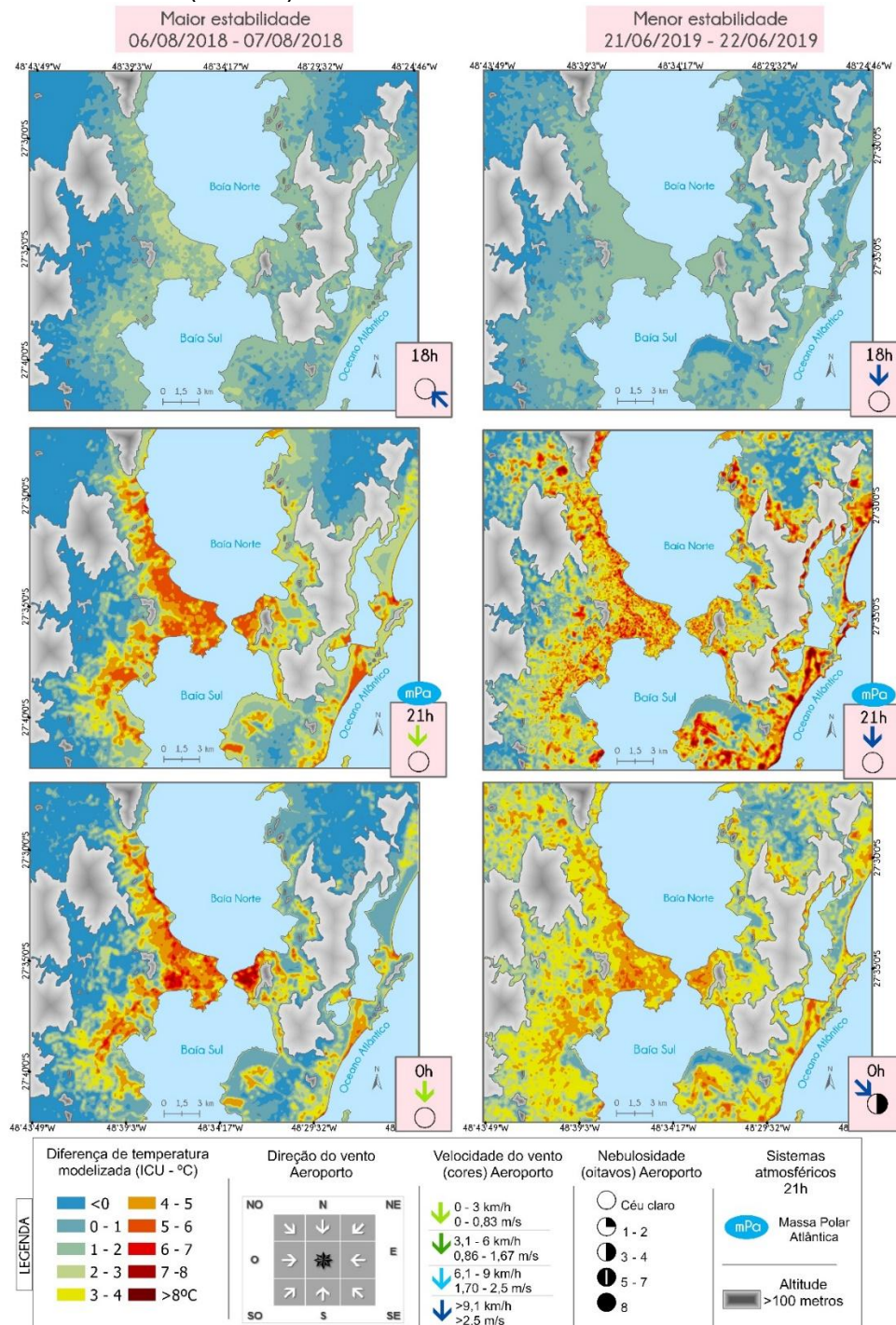
Nas horas seguintes da madrugada, a ICU tornou-se progressivamente menos evidente, com redução tanto da intensidade quanto da extensão espacial. Em determinados horários, os limites da ICU deixaram de coincidir com a malha urbana, indicando maior mistura atmosférica e dissipação do calor armazenado.

Essa evolução temporal da ICU observado na área conurbada de Florianópolis, manteve um desenvolvimento considerado frequentemente a literatura como “clássico” e característico da ICU atmosférica, marcado pela intensificação após o pôr do sol e persistindo durante a madrugada.

Perfil esse observado em diferentes contextos climáticos. Em uma análise de 49 grandes cidades no hemisfério norte, Zhang *et al.* (2022) encontraram essa intensificação do fenômeno a noite tanto em climas mais úmidos quanto em mais secos, sendo o último com intensidade maior. Para os autores, a ICU noturna, como já mencionado, é causada pela liberação do calor armazenado nos materiais de construção e no solo durante o dia.

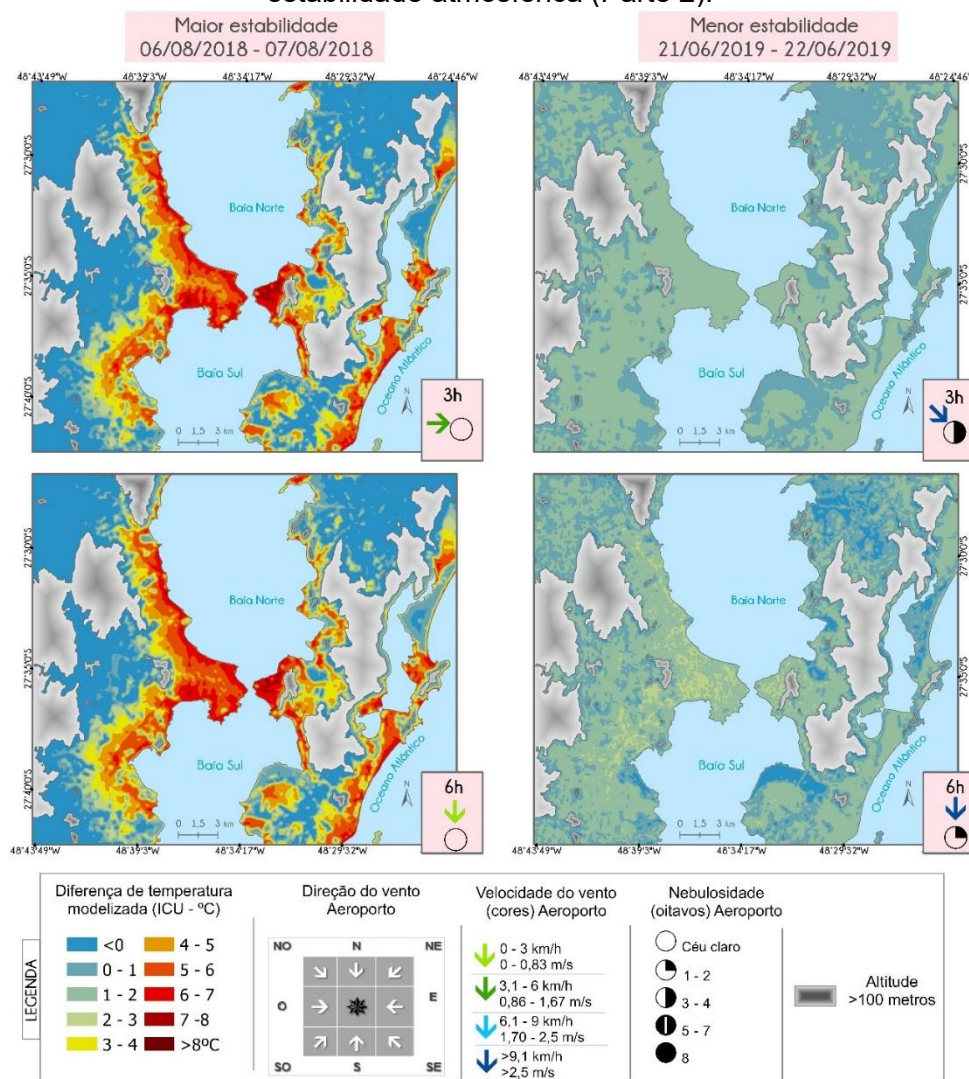
No Brasil, tal característica também foi encontrada em algumas cidades, como por exemplo em Presidente Prudente (Amorim; Dubreuil, 2017), em Manaus (Da Silva Espinoza *et al.*, 2023) e em São Paulo (Umezaki *et al.*, 2020), reforçando esse caráter recorrente da intensificação noturna do fenômeno, ainda que as magnitudes e os horários de maior intensidade variem conforme as condições da atmosfera e evidentemente, as particularidades geográficas locais que moldam o clima urbano.

Figura 04 - Modelagem da ICU em dias representativos de diferentes condições de estabilidade atmosférica (Parte 1).



Fonte: Autoria própria (2026).

Figura 05 – Modelagem da ICU em dias representativos de diferentes condições de estabilidade atmosférica (Parte 2).



Fonte: Autoria própria (2026).

Com relação ao desempenho dos modelos, a Tabela 02 apresenta os resultados segundo a hora e o tipo de condição atmosférica. Os dias 06–07 de agosto são representados pelo símbolo “+”, indicando maior estabilidade atmosférica, enquanto os dias 21–22 de junho de 2019 são representados pelo símbolo “–”, indicando menor estabilidade da atmosfera.

O RMSE (*Root Mean Square Error*) corresponde à raiz do erro quadrático médio, indicando a magnitude média dos erros entre os valores observados e estimados pelo modelo; quanto menor o RMSE, melhor o ajuste do modelo. O R^2 (coeficiente de determinação) representa a proporção da variabilidade da variável dependente explicada pelo modelo, enquanto o R^2 ajustado considera o número de variáveis explicativas utilizadas, fornecendo uma melhor estimativa para o desempenho do modelo.

Tabela 02 - Desempenho dos modelos de regressão da ICU (RMSE, R^2 e R^2 ajustado) por horário e condição de estabilidade atmosférica

Hora	18h		21h		0h		3h		6h	
Estabilidade	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-
RMSE	0,34	0,29	0,95	0,45	0,61	1,01	0,51	0,73	0,68	0,69
R^2	0,89	0,81	0,83	0,9	0,94	0,59	0,97	0,16	0,94	0,34
R^2 ajustado	0,84	0,74	0,71	0,87	0,9	0,46	0,94	0,08	0,89	0,21

Nota: "+" indica condições de maior estabilidade atmosférica e "-" indica condições de menor estabilidade.

Fonte: Autoria própria (2026).

Em relação aos erros residuais, considerando os dez modelos horários (cinco para cada condição de estabilidade atmosférica), os valores de RMSE variaram entre 0,29 e 1,01, indicando, de modo geral, bom ajuste dos modelos. As médias de RMSE foram bastante próximas entre as duas condições analisadas, sendo de 0,62 para situações mais estáveis e 0,63 para as menos estáveis. Esse resultado indica que, embora os modelos apresentem desempenho satisfatório, a estabilidade atmosférica não exerce influência significativa sobre o erro médio.

Os modelos para a situação de maior estabilidade atmosférica, de modo geral, apresentaram melhor desempenho, uma vez que os valores de R^2 e R^2 ajustado foram mais elevados na maioria dos horários, indicando maior capacidade explicativa das variáveis independentes utilizadas.

O melhor desempenho do modelo foi observado às 3h, com R^2 ajustado de 0,94, indicando que as variáveis independentes utilizadas explicaram grande parte da variabilidade espacial da ICU. Nesse horário, áreas urbanizadas próximas à costa apresentaram os maiores contrastes térmicos, enquanto regiões mais distantes exibiram intensidades mais moderadas.

Em termos da dimensão espacial, o modelo das 6h não apresentou alterações significativas em relação ao das 3h, sugerindo uma manutenção do padrão espacial da ICU durante o final da madrugada.

Para a situação de menor estabilidade atmosférica, no primeiro modelo, às 18h, as diferenças térmicas ficaram delineadas principalmente pelas áreas urbanas, porém com intensidade relativamente fraca, entre 2 e 3 °C. Os horários de maior destaque foram 21h e 0h. Às 21h observou-se o melhor resultado na regressão (R^2 ajustado = 0,87), enquanto à 0h foi registrada a maior intensidade média da ICU. De modo geral, verificou-se que as áreas urbanizadas apresentaram aquecimento médio em torno de 4 °C em relação às áreas menos urbanizadas.

Considerações Finais

A pesquisa reforçou a relevância da abordagem proposta por Monteiro (1990) ao enfatizar que, mesmo com o avanço das técnicas de modelagem espacial, como também o uso de imagens de satélite, o trabalho de campo continua sendo indispensável para compreender as dinâmicas do clima urbano. “Adentrar” a cidade para tomar-lhe a temperatura, ou mesmo para modelizar a ICU como proposto, significa avaliar diretamente as alterações que o ar sofre no interior do espaço urbano, compreendendo as nuances e características próprias que não podem ser completamente representadas, por exemplo, por modelos computacionais.

O registro de temperaturas em diferentes pontos da malha urbana, associado à caracterização das zonas climáticas locais e ao mapeamento da cobertura do solo, permitiu identificar padrões de formação da ICU e bem como compreender como fatores morfológicos, funcionais e atmosféricos se combinam para modular o fenômeno.

A análise temporal mostrou que a ICU se mantém presente ao longo do ano, com intensidades mais elevadas nos meses secos e nas noites de maior estabilidade, corroborando o entendimento de que precipitação e vento atuam como moderadores dessas diferenças térmicas.

A partir dos modelos, a análise de dias representativos com diferentes condições de estabilidade atmosférica evidenciou uma relação significativa entre estabilidade e intensidade da ICU. Observou-se que, durante noites mais estáveis, a magnitude da ilha de calor foi maior, com o R^2 ajustado alcançando 0,94 às 3h, indicando que a combinação de variáveis morfológicas e geográficas explica grande parte da variabilidade espacial do fenômeno.

Em contraste, nos dias de menor estabilidade, com a dispersão do calor e os ventos mais intensos, a extensão e intensidade da ICU ficaram limitadas, embora ainda tenham sido observados contrastes térmicos relevantes, sobretudo nas áreas urbanizadas mais densas. Esse padrão evidencia a importância de considerar tanto fatores locais quanto condições atmosféricas gerais na análise e modelagem de ICU.

Desta forma, os resultados deste estudo confirmam que, mesmo em cidades de porte médio/grande como Florianópolis, e sob influência marítima, a ilha de calor

urbana pode alcançar intensidades comparáveis às observadas em grandes centros urbanos de maior contingente populacional, como São Paulo.

A condição costeira da cidade, com a influência potencial da maritimidade e das brisas marítimas, embora não diretamente analisadas neste trabalho, representa um componente fundamental para compreender a dinâmica da ICU em ambientes litorâneos. Reconhecer essas interações é essencial para orientar estratégias de mitigação e adaptação frente a extremos de temperatura, especialmente sob cenários de mudanças climáticas.

Por fim, esta pesquisa reforça a lição de Monteiro de que adentrar a cidade para investigar seu clima continua sendo indispensável para compreender os processos de alteração climática decorrentes da urbanização. A combinação de observações *in loco* e modelagem espacial revela caminhos promissores para estudos futuros, sobretudo em cidades médias e costeiras, ainda pouco investigadas no contexto da climatologia urbana brasileira. Ressaltar essas lacunas evidencia a necessidade de ampliar o olhar científico para ambientes urbanos menos estudados, contribuindo para uma compreensão mais completa e detalhada de sua complexidade ambiental.

REFERÊNCIAS

ACOSTA, Monica Pena *et al.* A comparative analysis of surface and canopy layer urban heat island at the micro level using a data-driven approach. **Sustainable Cities and Society**, v. 99, p. 104944, 2023. DOI: 10.1016/j.scs.2023.104944.

AMORIM, M.; DUBREUIL, V.; CARDOSO, R. Modelagem espacial da ilha de calor urbana em Presidente Prudente (SP), Brasil. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 16, p. 29-45, 2015. DOI: 10.5380/abclima.v16i0.40585.

AMORIM, M. C. C. T. **Teoria e método para estudo das ilhas de calor em cidades tropicais de pequeno e médio porte**. 2017. 178f. (Tese de Livre docência) - Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente-SP.

AMORIM, M.C.C.T.; DUBREUIL, V. Intensity of Urban Heat Islands in Tropical and Temperate Climates. **Climate**, v. 5, n. 4, p. 91, 2017. DOI: 10.3390/cli5040091.

AMORIM, M.C.C.T.. Daily evolution of urban heat islands in a Brazilian tropical continental climate during dry and rainy periods. **Urban Climate**, v. 34, p. 100715, 2020. DOI: 10.1016/j.uclim.2020.100715.

ANJOS, M.; LOPES, A.; ALVES, E. D. L.; LUCENA, A. J. D. Rede climatológica de mesoescala aplicada ao estudo da ilha de calor urbano: o caso de Aracaju-SE. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v. 18, n. 62, p. 203–216, 2017. DOI : 10.14393/RCG186216.

ANJOS, Max et al. Analysis of the urban heat island under different synoptic patterns using local climate zones. **Building and Environment**, v. 185, p. 107268, 2020. DOI: 10.1016/j.buildenv.2020.107268.

BRABANT, C.; DUBREUIL, V.; DUFOUR, S. Evaluation of spatial interpolation techniques for urban heat island monitoring in small and medium sized cities. **Frontiers in Built Environment**, v. 10, p. 1455047, 2024. DOI: 10.3389/fbuil.2024.1455047.

CARDOSO, R. S. *et al.* Assessment of urban heat islands in small- and mid-sized cities in Brazil. **Climate**, v. 5, n. 1, p. 14, 2017. DOI: 10.3390/cli5010014.

CHOW, W. TL; ROTH, M. Temporal dynamics of the urban heat island of Singapore. **International Journal of climatology**, v. 26, n. 15, p. 2243, 2006. DOI: 10.1002/joc.1364

DA SILVA ESPINOZA *et al.* Assessment of urban heat islands and thermal discomfort in the Amazonia biome in Brazil: A case study of Manaus city. **Building and Environment**, v. 227, p. 109772, 2023. DOI: 10.1016/j.buildenv.2022.109772

DEILAMI, Kaveh; KAMRUZZAMAN, Md; LIU, Yan. Urban heat island effect: A systematic review of spatio-temporal factors, data, methods, and mitigation measures. **International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation**, v. 67, p. 30–42, 2018. DOI: 10.1016/j.jag.2017.12.009.

DEMUZERE, M.; KITTNER, J.; BECHTEL, B. LCZ Generator: a web application to create Local Climate Zone maps. **Frontiers in Environmental Science**, v. 9, p. 637455, 2021. DOI: 10.3389/fenvs.2021.637455

DUBREUIL, V. *et al.* Os tipos de climas anuais no Brasil: uma aplicação da classificação de Köppen de 1961 a 2015. **Confins. Revue franco-brésilienne de géographie/Revista franco-brasileira de Geografia**, n. 37, 2018. DOI: 10.4000/confins.15738.

ELIASSON, I.; HOLMER, B. Urban heat island circulation in Göteborg, Sweden. **Theoretical and Applied Climatology**, v. 42, p. 187–196, 1990. DOI: 10.1007/BF00866874.

ESCOBAR, Gustavo Carlos Juan; REBOITA, Michelle Simões. Relationship between daily atmospheric circulation patterns and South Atlantic Convergence Zone (SACZ) events. **Atmósfera**, Ciudad de México, v. 35, n. 1, p. 1–25, 2022. DOI: 10.20937/atm.52936.

FERNÁNDEZ GARCÍA, F. **Manual de climatología aplicada: clima, medio ambiente y planificación**. Madrid: Editorial síntesis, S.A., 1996, 285 p.

FOISSARD, X.; DUBREUIL, V.; QUÉNOL, H. Defining scales of the land use effect to map the urban heat island in a mid-size European city: Rennes (France). **Urban Climate**, v. 29, p. 100490, 2019. DOI: 10.1016/j.uclim.2019.100490.

HU, Yonghong *et al.* Comparison of surface and canopy urban heat islands within megacities of eastern China. **ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing**, v. 156, p. 160–168, 2019. DOI: 10.1016/j.isprsjprs.2019.08.012.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Panorama do Censo Demográfico 2022**. Disponível em: <https://censo2022.ibge.gov.br/panorama/>. Acesso em: mar. 2025.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). **Normais climatológicas do Brasil 1981–2010**. Brasília, DF, 2018. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/normais>. Acesso em: 8 jun. 2026.

IPCC - Intergovernmental Panel On Climate Change. Climate change 2014: synthesis report. **Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change**. Core Writing Team: R. K. Pachauri; L. A. Meyer (eds.). Geneva: IPCC, 2014.

IPCC - Intergovernmental Panel On Climate Change. **Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change**. Masson-Delmotte, V.; Zhai, P.; Pirani, A.; Connors, S. L.; *et al.* (eds.). Cambridge: Cambridge University Press, 2021. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/>. Acesso em: mar. 2026.

IPCC - Intergovernmental Panel On Climate Change. Cross-chapter paper 2: cities and settlements by the sea. In: PÖRTNER, H.-O. *et al.* (eds.). **Climate change 2022: impacts, adaptation and vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change**. Cambridge: Cambridge University Press, 2022. p. 2163–2194. Disponível em: https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/downloads/report/IPCC_AR6_WGII_CCP2.pdf. Acesso em: mar. 2026.

LANDSBERG, H. E. **The urban climate**. New York: Academic Press, 1981.

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

MATZARAKIS, A.; MAYER, H. Importance of urban meteorological stations — the example of Freiburg, Germany. In: MAYER, H. (ed.). **Celebrating the 50 years of the Meteorological Institute, Albert-Ludwigs-University of Freiburg, Germany**. Freiburg: Meteorologisches Institut der Universität Freiburg, 2008. p. 101–110. (Berichte des Meteorologischen Instituts der Universität Freiburg, n. 17).

MARENGO, J. *et al.* A cold wave of winter 2021 in central South America: characteristics and impacts. **Climate Dynamics**, 2023. DOI: 10.1007/s00382-023-06701-1.

MENDONÇA, F.A. **O clima e o planejamento urbano de cidades de porte médio e pequeno. Proposição metodológica para estudo e sua aplicação à cidade de Londrina/PR**. 1995. 381 f. Doutorado em Geografia - Universidade de São Paulo, [s. l.], 1995.

MONTEIRO, C. A. D. F. Adentrar a cidade para tomar-lhe a temperatura. **Geosul**, v. 5, n. 9, p. 61-79, 1990.

MORA, C.; DOAK, D. F.; LEAHY, S.; *et al.* Global risk of deadly heat. **Nature Climate Change**, v. 7, p. 501-506, 2017. DOI: 10.1038/nclimate3322

OKE, T. R. The energetic basis of the urban heat island. **Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society**, v. 108, n. 455, p. 1–24, 1982. DOI: 10.1002/qj.49710845502.

OKE, T. R. *et al.* Urban Heat Island. In: **Urban Climates**. Cambridge: Cambridge University Press, p. 197-237, 2017. DOI: 10.1017/9781139016476.008.

ORGANIZAÇÃO METEOROLÓGICA MUNDIAL (OMM). *Guide to Instruments and Methods of Observation (WMO No. 8)*. Genebra, Suíça, 2024.

PUGAS, A. F.; VITOR, A.; QUADRO, M. F. L. de. Identification of active meteorological systems in Santa Catarina with potential socioeconomic impact. **International Journal of Hydrology**, v. 8, n. 3, p. 81–91, 2024. DOI: 10.15406/ijh.2024.08.00378.

REBOITA, M. *et al.* The South Atlantic subtropical anticyclone: present and future climate. **Frontiers in Earth Science**, v. 7, p. 8, 2019. DOI: 10.3389/feart.2019.00008.

ROCHA, G. S.; DUBREUIL, V.; MENDONÇA, F. A. A estabilidade atmosférica e a ilha de calor urbana na área conurbada de Florianópolis-SC. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 27, dec. 2020. ISSN 2237-8642. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/revistaabclima/article/view/76237>. Acesso em: fev. 2026.

ROCHA, G. S. **A ilha de calor entre mares: área conurbada de Florianópolis-SC**. 2021. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal do Paraná, 2021.

ROCHA, G. S.; DUBREUIL, V.; GOUDARD, G. Ilhas de calor em Florianópolis (SC): uma análise comparativa de métodos de modelagem espacial. **Revista Brasileira de Geografia**, v. 70, n. 2, p. 279–298, 2025. DOI: 10.21579/issn.2526-0375_2025_n2_279-298.

SEZERINO, M. L.; MONTEIRO, C. A. F. O campo térmico na cidade de Florianópolis: primeiros experimentos. **Geosul**, [s. l.], v. 9, n. Ano V, p. 20–60, 1990.

STEWART, I. D.; OKE, T. R. Local climate zones for urban temperature studies. **Bulletin of the American Meteorological Society**, v. 93, n. 12, p. 1879–1900, 2012. DOI: 10.1175/BAMS-D-11-00019.1.

UMEZAKI, A. S. *et al.* Numerical characterization of spatial and temporal evolution of summer urban heat island intensity in São Paulo, Brazil. **Urban Climate**, v. 32, p. 100615, 2020. DOI: 10.1016/j.uclim.2020.100615.

UNITED NATIONS. Department of Economic and Social Affairs. Population Division. *World urbanization prospects: the 2014 revision*. New York: United Nations, 2015.

WANG, Zhi-Hua. Reconceptualizing urban heat island: beyond the urban-rural dichotomy. **Sustainable Cities and Society**, v. 77, p. 103581, 2022. DOI: 10.1016/j.scs.2021.103581.

WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION – WMO. **State of the Global Climate 2024**. Geneva: WMO, 2024. Disponível em: <https://library.wmo.int/records/item/69455-state-of-the-global-climate-2024>. Acesso em: mar. 2026.

ZAK, M. *et al.* Influence of synoptic scale atmospheric circulation on the development of urban heat island in Prague and Bucharest. **Urban Climate**, v. 34, p. 100681, 2020. DOI: 10.1016/j.uclim.2020.100681.

ZHANG, Z. *et al.* A mechanistic assessment of urban heat island intensities and drivers across climates. **Urban Climate**, v. 44, p. 101215, 2022. DOI: 10.1016/j.uclim.2022.101215.

NOTAS DE AUTOR

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA

Geisa Silveira da Rocha - Concepção. Coleta de dados, Análise de dados, Elaboração do manuscrito.

Vincent Dubreuil - Participação ativa da discussão dos resultados; Revisão e aprovação da versão final do trabalho.

FINANCIAMENTO

Não se aplica.

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM

Não se aplica.

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

Não se aplica.

CONFLITO DE INTERESSES

Não se aplica.

LICENÇA DE USO

Este artigo está licenciado sob a [Licença Creative Commons CC-BY](#). Com essa licença você pode compartilhar, adaptar, criar para qualquer fim, desde que atribua a autoria da obra.

HISTÓRICO

Recebido em: 01-04-2026

Aprovado em: 26-07-2026

Publicado em: 21-08-2026