

## **CARACTERIZAÇÃO DE ZONAS CLIMÁTICAS LOCAIS NA CIDADE DO RECIFE-PE**

Tamires Gabryele de Lima Mendes <sup>1</sup>  
Rosane da Silva Avelino dos Santos <sup>2</sup>  
Rafaela Melissa Andrade Ferreira <sup>3</sup>  
Larissa Furtado Lins dos Santos <sup>4</sup>  
Cristiana Coutinho Duarte <sup>5</sup>  
Anselmo Cesar Vasconcelos Bezerra <sup>6</sup>  
Carlos Eduardo Menezes da Silva <sup>7</sup>  
Ranyére Silva Nóbrega <sup>8</sup>

### **INTRODUÇÃO**

No Brasil, quase 90% da população reside em áreas urbanas, conforme dados do censo de 2022 (IBGE, 2022). A magnitude desse fenômeno é relevante, pois tem implicações significativas no contexto do desenvolvimento econômico e social, tanto para o país quanto para a região como um todo. Conforme Santamouris (2015), o processo de urbanização exerce influência no comportamento climático e impacta diretamente a qualidade de vida da população. Além disso, algumas modificações na paisagem natural, como a diminuição das áreas verdes, a extensa pavimentação das superfícies urbanas e a construção de edifícios, podem resultar no aumento do calor antropogênico liberado para a atmosfera.

Nesse contexto, o foco principal deste trabalho é o estudo do clima urbano. Dentro dessa abordagem, o Sistema de Clima Urbano (SCU) oferece uma diversidade de ferramentas e produtos que derivam da análise do clima urbano (Monteiro, 1976). De acordo com Stewart e Oke (2012), o clima urbano é composto por um mosaico de microclimas que afetam variáveis como temperatura, umidade do ar e vento em uma escala local. Essa variabilidade resulta de fatores como pavimentação, vegetação, corpos d'água, altura dos edifícios, largura das vias e atividades humanas. Esses microclimas, quando combinados, formam o clima urbano como um todo.

Neste contexto, a metodologia das Zonas Climáticas Locais (ZCL), proposta por Stewart e Oke (2012), é amplamente utilizada para classificar o clima urbano e identificar

---

<sup>1</sup> Doutoranda do Curso de Geografia da Universidade Federal - UFPE, [tamilimam25@gmail.com](mailto:tamilimam25@gmail.com);

<sup>2</sup> Graduada pelo Curso de Gestão ambiental do Instituto Federal - IFPE, [rosaneavelino@gmail.com](mailto:rosaneavelino@gmail.com);

<sup>3</sup> Doutoranda do Curso de Geografia da Universidade Estadual - UNESP, [rafaela.andrade@ufpr.br](mailto:rafaela.andrade@ufpr.br);

<sup>4</sup> Doutoranda do Curso de Geografia da Universidade Federal - UFPE, [larissa.furtadols@hotmail.com](mailto:larissa.furtadols@hotmail.com);

<sup>5</sup> Doutora pelo Curso de Geografia da Universidade Federal - UFPE, [cristiana.duarte@ufpe.br](mailto:cristiana.duarte@ufpe.br);

<sup>6</sup> Doutor pelo Curso de Geografia da Universidade Federal - UFPE, [anselmo@recife.ifpe.edu.br](mailto:anselmo@recife.ifpe.edu.br);

<sup>7</sup> Doutorando do Curso de Economia da Universidade Federal - UNB, [carlosmenezes@recife.ifpe.edu.br](mailto:carlosmenezes@recife.ifpe.edu.br);

<sup>8</sup> Professor orientador: Doutor em Meteorologia, Universidade Federal - UFCG, [ranyere.nobrega@ufpe.br](mailto:ranyere.nobrega@ufpe.br);

Ilhas de Calor Urbanas (ICU). Essa metodologia simplificada descreve superfícies com cobertura, estrutura e atividades humanas uniformes (Anjos et al., 2020). No entanto, Anjos et al. (2020) sugerem a introdução de subclasses, especialmente em regiões subtropicais e tropicais, onde a heterogeneidade urbana e do solo é maior, facilitando a análise e a identificação das ilhas de calor urbanas em ambientes tropicais.

Os estudos de climatologia urbana são essenciais para compreender os problemas ambientais resultantes da urbanização. O município de Recife, Pernambuco, é o sétimo município mais populoso do Brasil, localizado na região Nordeste, com uma população de cerca de 1.488.920 habitantes (IBGE, 2022). Embora existam diversos estudos sobre a dinâmica térmica urbana em Recife, como o realizado por Moreira et al. (2022) muitos focam apenas na variabilidade dos componentes climáticos, sem explorar detalhadamente a relação com fatores geográficos e a morfologia urbana.

Nesse pressuposto, Barros e Lombardo (2012) categorizam as morfologias urbanas de Recife em sete unidades distintas: a) áreas verdes de tabuleiros costeiros e morros à beira-mar; b) unidades de conservação municipais; c) áreas verdes em planície; d) áreas urbanizadas em tabuleiros costeiros e morros à beira-mar; e) cinturão de edifícios; f) centro da cidade; e g) áreas urbanizadas em planície. Os autores Moreira et al. (2022) relacionam as variações térmicas às ilhas de calor em diferentes espaços urbanos, com base no uso e ocupação do solo.

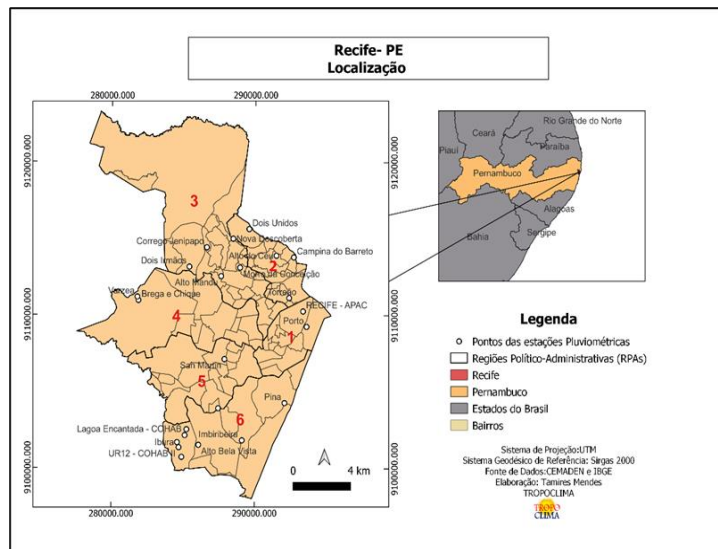
Neste sentido, o objetivo deste artigo é mapear a cobertura e estrutura da superfície urbana e delimitar as (ZCLs), investigando como a composição da paisagem urbana nas áreas selecionadas influencia o microclima urbano. Dada a grande heterogeneidade da cidade do Recife, foi escolhido o método das ZCLs, com base no uso e ocupação do solo.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **Área de estudo**

A área de estudo compreende a cidade de Recife, capital do estado de Pernambuco, situada na costa leste da Região Nordeste do Brasil (NEB). Sua população estimada é de 1.488.920 residentes (IBGE, 2022), e seu território abrange uma extensão de 218,50 km<sup>2</sup>, dividida em 94 distritos (figura 1) agrupados em 6 Regiões Político-Administrativas (RPA).

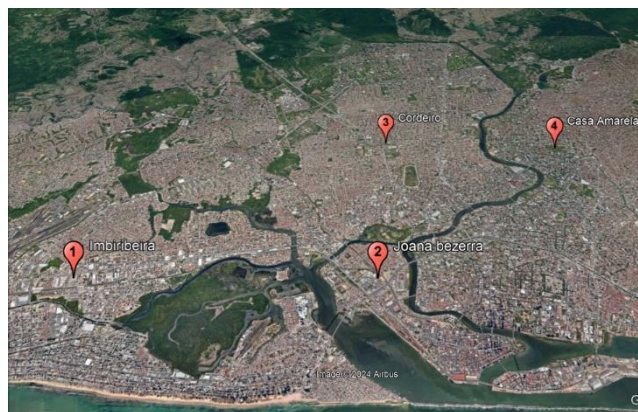
Figura 1- Mapa de localização da área cidade do Recife –PE



Fonte: Elaboração dos autores(2024).

Sua altitude média é de apenas 4 metros acima do nível do mar, compreendendo uma área de 218 Km<sup>2</sup> (Corrêa, 2006). A área territorial é composta de morros (67,43%), de planícies (23,26%), e de zonas aquáticas (9,31%) (PREFEITURA DO RECIFE, 2017). Para este trabalho, foram definidas quatro áreas de estudo (Figura 2), com padrões de ocupação urbana distintos, localizadas na cidade de Recife, PE. Os critérios de seleção das áreas foram: forma de ocupação pelas edificações, vegetação e tipos de pavimentos, densidade de ocupação e usos.

Figura 2- Imagens do Google Earth das áreas selecionadas.



Fonte: Elaboração dos autores(2024).

### Procedimento metodológico

O procedimento adotado nesta pesquisa envolveu três etapas: delimitação das áreas de estudo; em seguida, procedeu-se ao levantamento das variáveis relacionadas à ocupação urbana; por fim, as áreas foram caracterizadas quanto ao percentual de superfícies urbanizadas. Dessa forma, optou-se por utilizar o método de (ZCL), com base no uso e ocupação do solo, devido à grande heterogeneidade da cidade do Recife. A análise da paisagem urbana foi realizada por meio da definição de classes e subclasses de cobertura e estrutura da superfície, conforme detalhado no Quadro 1.

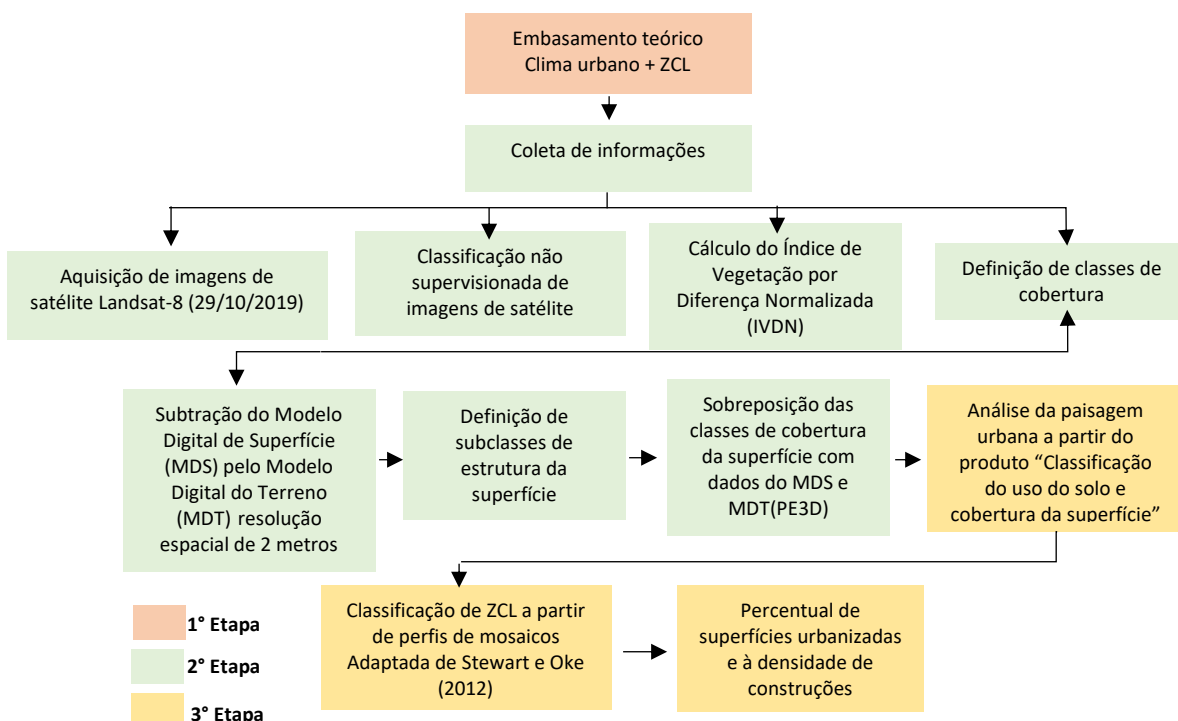
Quadro1-Classes e subclasses de cobertura do solo e respectivos critérios de delimitação.

Classe	Critério da Subclasse
1 Corpos hídricos	-
2 Cobertura Vegetal (CV)	-
2.1 CV rasteira	Até 1,50 metros
2.2 CV arbustiva	Entre 1,51 e 3,00 metros
2.3 CV arbórea	Acima de 3,01 metros
3 Superfície Edificada (SE)	-
3.1 SE solo exposto	Até 1 metro
3.2 SE horizontal	De 1 a 6 metros
3.3 SE média	De 6,1 a 20 metros
3.4 SE vertical	Acima de 20 metros

Fonte: Moreira et al, 2022.

As classes de cobertura foram definidas por meio de uma classificação não supervisionada de imagens de satélite, utilizando cálculos do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (IVDN), conforme metodologia proposta por Amorim (2019, p. 28). As etapas metodológicas estão discriminadas na figura 3.

Figura 3-Fluxograma dos procedimentos metodológicos.





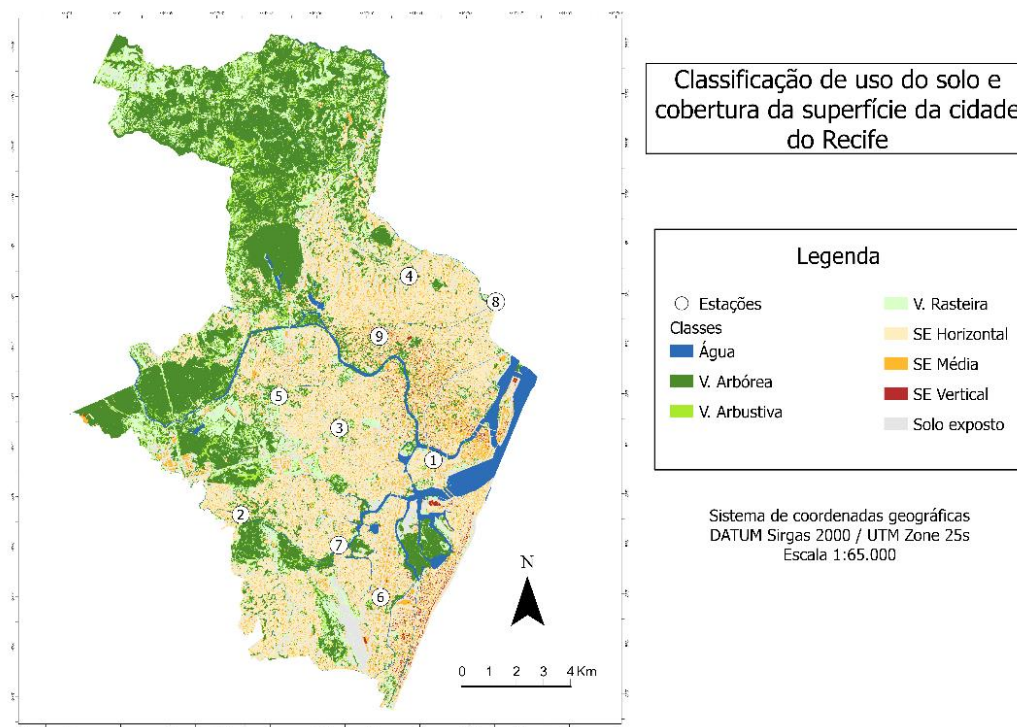
Fonte: Elaborado pelos autores adaptado de Moreira et al. (2022).

As análises foram limitadas a um círculo de raio 1 km. A definição do raio de abrangência teve como base a metodologia de Stewart e Oke (2012), que sugere um diâmetro mínimo de 400 m para classificação da zona climática local, mas sendo adaptada para abranger mais heterogeneidades.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para obter os valores dos pontos selecionados, foi calculada a porcentagem de cada classe de cobertura/estrutura da paisagem mapeada no perímetro urbano do Recife, que é composto por 67% de Superfície Edificada (SE). A Cobertura Vegetal (CV) representa 27% e os Corpos Hídricos (CH) 6% da paisagem urbana, confirmando as análises apresentadas por (Moreira et al., 2022). O mapeamento dessas classes é apresentado na Figura 04. Conforme ilustrado, este mapa foi elaborado para classificar o uso do solo e a cobertura da superfície na cidade do Recife, além de definir as Zonas Climáticas Locais (ZCL) de 9 bairros. No entanto, este estudo focará na análise de 4 bairros considerados mais relevantes.

Figura 04- Mapeamento das classes de cobertura e estrutura da superfície.

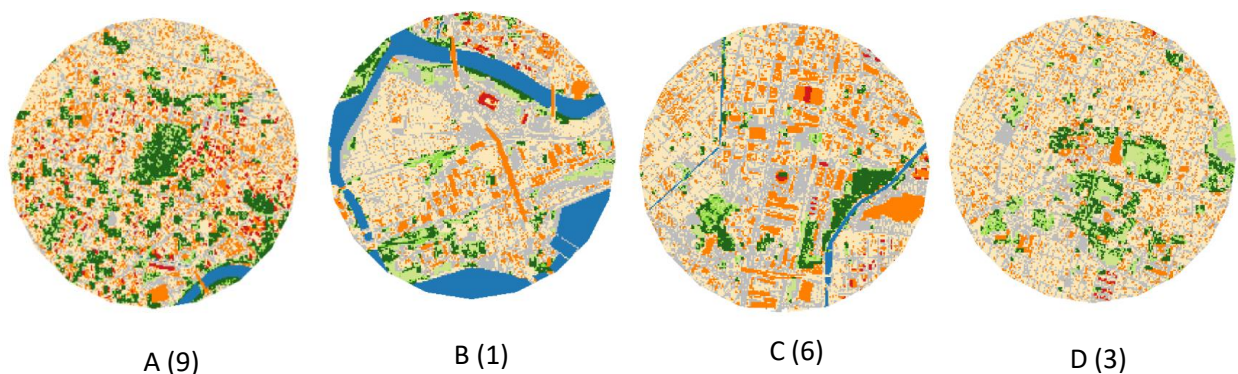


Fonte: Elaboração dos autores (2024) adaptado de Moreira et al, 2022.

Esse geoprocessamento é mais preciso na definição das classes estabelecidas para cada local. Além disso, o uso do solo e a cobertura da superfície são fundamentais para pesquisas sobre clima urbano. De acordo com Zambonato (2021) por meio dessas representações padronizadas de superfícies, estruturas e coberturas, é possível, portanto, compreender as características de uma área, assim como identificar as causas e os determinantes da formação de ilhas de calor.

Na figura 05 apresenta os resultados de ocupação urbana. Percebe-se que há diferenças significativas entre as regiões analisadas, confirmando que se caracterizam como ZCL distintas. Na região A (CA) o bairro de Casa Amarela as categorias de cobertura do solo predominantes foram Superfície Edificada horizontal (42%), e o maior quantitativo de superfície edificada vertical analisada, seguido por revestimento vegetal (28,35%). Na região B (JB), o bairro de Joana Bezerra há a predominância de Superfície edificada Horizontal (33%) seguida de solo exposto pavimento (25%). Na região C (IB), na Imbiribeira foi identificada a maior ocupação por Superfície edificada média (19%), seguida de solo exposto pavimento (30%). Por fim, na região D (CD), no Cordeiro as categorias de ocupação apresentaram distribuição mais uniforme. Ainda assim, houve predomínio de edificações (47%) seguido de solo exposto (23%).

Figura 05- Mosaico das Zonas Climáticas Locais e numerações da localização no mapeamento de classes.



Categorias	A- Casa Amarela	B-Joana Bezerra	C- Imbiribeira	D- Cordeiro
Água	1%	17%	2%	0%
V. Arbórea	14%	5%	5%	7%
V. Arbustiva	3%	2%	2%	3%
V. Rasteira	4%	6%	3%	7%
SE. Horizontal	42%	33%	39%	47%
SE. Média	17%	10%	19%	12%
SE. Vertical	3%	0,68%	0,70%	0,27%
Solo Exposto	16%	25%	30%	23%

Fonte: Elaboração dos autores (2024)

A análise dos bairros revela que Joana Bezerra, com 17% de áreas de água, possui uma maior capacidade de resfriamento local, enquanto Cordeiro, por não ter áreas de água, enfrenta um risco mais elevado de aquecimento e alagamentos (Sun; Chen, 2012). Nesse contexto, o bairro de Casa Amarela se destaca por ter um percentual de vegetação superior aos demais, com 14%, contribuindo significativamente para a regulação térmica (Duncan et al., 2019), além de uma superfície edificada mais extensa. Isso reforça a necessidade de correlacionar esses dados com informações de temperatura e umidade, especialmente em estudos focados nas zonas de ilhas de calor. Por outro lado, Joana Bezerra e Imbiribeira, com apenas 5% de vegetação, enfrentam temperaturas locais mais elevadas. A predominância de superfícies edificadas horizontais em Cordeiro (47%) aumenta a impermeabilização do solo e o risco de alagamentos Zambonato (2021), um problema que já torna o bairro intransitável durante o período chuvoso. Além disso, o solo exposto em Imbiribeira e Joana Bezerra intensifica os problemas climáticos urbanos, elevando as temperaturas e agravando a erosão.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O presente estudo demonstrou que a divisão da cidade em (ZCL) facilita a análise da morfologia urbana, permitindo a correlação de dados climáticos de cada bairro em pesquisas futuras. A categorização das áreas confirmou que a estrutura urbana influencia significativamente os resultados obtidos, evidenciando variações no percentual de superfícies ocupadas. Dessa maneira, observou-se que deveria existir uma relação direta entre a proporção de vegetação e de edificações: zonas com maior cobertura vegetal, apresentarem menor porcentagem de construções, enquanto áreas com menor presença de vegetação mostrarem uma maior concentração de edificações. Notavelmente, o bairro de Casa Amarela possui mais edificações verticais e, simultaneamente, uma cobertura arbórea superior em comparação aos demais bairros, configurando-se como uma zona de especial interesse para estudos sobre clima urbano. Esse desequilíbrio contribui para a formação de ilhas de calor no ambiente urbano. Espera-se que este estudo contribua para uma melhor compreensão do clima urbano na cidade do Recife, além de servir como metodologia aplicável a outras cidades da Região Metropolitana, auxiliando na elaboração de estratégias eficazes para mitigar os impactos adversos das mudanças climáticas relacionados à morfologia urbana.

**Palavras-chave:** zonas climáticas locais, clima urbano, morfologia urbana.

## **REFERÊNCIAS**

AMORIM, M. C. C. T. Ilhas de Calor Urbanas: Métodos e Técnicas de Análise. **Revista Brasileira de Climatologia**, 2019. v. 18, n. edição especial, p. 361–376. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5380/abclima.v0i0.65136>

ANJOS, M. et al. Analysis of the urban heat island under different synoptic patterns using local climate zones. **Building and Environment**, 185 (2020).

BARROS, H.R; LOMBARDO, M.A; GALVINCIO, J.D. 2010. Interferência de Fatores Antrópicos e Fenômenos Climáticos na Mudança e Variação da Temperatura da Superfície da Cidade do Recife: Utilização de Técnicas de Sensoriamento Remoto. Cap 17. PP- 275- 290. Mudanças Climáticas e Impactos Ambientais. Galvncio, J.D.(org)- **Recife; Ed. Universitária da UFPE.**

CORRÊA, A.C.B. Contribuição À Análise Do Recife Como Um Geossistema Urbano. *Revista de Geografia*. Recife: UFPE DCG/NAPA, v. 23, nº 3, jul/dez. 2006.

DUNCAN, J. M. A.; BORUFF, B.; SAUNDERS, A.; SUN, Q.; HURLEY, J.; AMATI, M. Turning down the heat: an enhanced understanding of the relationship between urban vegetation and surface temperature at the city scale. **Sci. Total Environ.**, v. 656, p. 118–128, 2019.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. (2022). Censo Demográfico 2022. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 10 junho 2024.

MOREIRA, A. B; NÓBREGA, R.S; DUBREUIL, V. Variações temporais e espaciais da intensidade da ilha de calor urbana na cidade do Recife – PE (Brasil). **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 12, n. 2, p. 1-20, dez. 2022.

Prefeitura do Recife. Site oficial Caracterização do território. Disponível em: <http://www2.recife.pe.gov.br/pagina/caracterizacao-do-territorio> Acesso: abril de 2024.

Santamouris, M. (2015). Regulating the damaged thermostat of the cities - Status, impacts and mitigation challenges. **Energy and Building**, 91, 43-56. <http://dx.doi.org/10.1016/j.enbuild.2015.01.027>.

STEWART, I. D.; OKE, T. R. Local Climate Zones for Urban Temperature Studies. **Bulletin of the American Meteorological Society**, 1 dez. 2012. v. 93, n. 12, p. 1879–1900. Disponível em: <<https://journals.ametsoc.org/doi/10.1175/BAMS-D-11-00019.1>>. Acesso em: 13 abr. 2024.

SUN, R.; CHEN, L. How can urban water bodies be designed for climate adaptation? *Landsc. Urban Plan.*, v. 105, n. 1–2, p. 27–33, 2012. ZAMBONATO, Bruna et al. Caracterização de Zonas Climáticas Locais na cidade de Santa Maria – Rio Grande do Sul. **Revista de Geografia (Recife)**, Recife, v. 38, n. 2, p. 85107, 2021.