

## ANÁLISE PRELIMINAR DE ZONAS CLIMÁTICAS LOCAIS EM CIDADES BRASILEIRAS

Hugo Vilela Lemos Ferreira <sup>1</sup>  
Gabriel Pereira <sup>2</sup>

### RESUMO

O Brasil possui uma grande diversidade climática em função da disposição do seu território e frente a controles do clima regionais e locais. Mais de 85% da população brasileira vive em áreas urbanas espalhadas pelo território. Verifica-se necessário compreender como as áreas urbanas brasileiras se organizam localmente nas diferentes paisagens regionais do país, para que seja possível verificar como esta organização pode impactar diferentemente o clima urbano sob diferentes contextos geográficos. Neste sentido, este trabalho teve como objetivo fazer um estudo preliminar de reconhecimento para mapear e analisar LCZs de cidades brasileiras quanto a suas distribuições e morfologias. Foram selecionadas 28 cidades por filtros territoriais, de população e tipos de clima: todas as capitais estaduais, o Distrito Federal, e Petrolina-PE. Se levantou dados secundários de suas manchas urbanas. Se identificou e mapeou áreas de treinamento (TA) de zonas climáticas locais (LCZ) nas cidades. Foi feita uma análise interurbana comparativa destas.

**Palavras-chave:** Morfologia urbana; Mapeamento; Comparação.

### ABSTRACT

Brazil has great climate diversity due to the layout of its territory and regional and local climate controls. More than 85% of the Brazilian population lives in urban areas spread across the territory. It is necessary to understand how Brazilian urban areas are organized locally in the country's different regional landscapes, so that it is possible to verify how this organization can differently impact the urban climate under different geographic contexts. In this sense, this work aimed to carry out a preliminary reconnaissance study to map and analyze LCZs in Brazilian cities regarding their distributions and morphologies. 28 cities were selected using territorial, population and climate type filters: all state capitals, the Federal District, and Petrolina-PE. Secondary data was collected from its urban areas. Training areas (TA) of local climate zones (LCZ) in cities were identified and mapped. A comparative interurban analysis of these was carried out.

**Keywords:** Urban morphology; Mapping; Comparison.

### INTRODUÇÃO

Os tipos climáticos se associam a mistura de características genéricas das grandes zonas climáticas do planeta, da circulação geral atmosférica (CAVALCANTI et al., 2009), mais feições e controles do clima de escala regional da superfície, estabelecendo climas regionais. Destes, se verificam em maior escala de detalhe climas locais. O clima local “[...] é definido

<sup>1</sup> Doutorando em Geografia Física pela Universidade de São Paulo, [hugovilelalemos@usp.br](mailto:hugovilelalemos@usp.br);

<sup>2</sup> Professor do Programa de Pós-graduação em Geografia Física da USP, [pereira@ufsj.edu.br](mailto:pereira@ufsj.edu.br).

por aspectos específicos de determinados locais, como uma grande cidade, um litoral, uma área agrícola, uma floresta etc.” (MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2007, p. 23-24). Na escala intraurbana, se reconhece feições da organização dos elementos da superfície na dimensão e morfologia dos bairros. Neste nível escalar, é reconhecida a transformação do clima local pela condição espacial destes espaços (OKE et al., 2017).

A classificação de tipos de superfícies em zonas climáticas locais (LCZ) é uma metodologia para organizar dentro de um sistema de classes as diferentes características físicas dos elementos do espaço urbano (STEWART, 2011; STEWART; OKE, 2012). Agrupa características de elementos artificiais e naturais que têm potencial para promover mudanças climáticas em escala local e micro dentro da cidade. As LCZs formam regiões de cobertura de superfície uniforme, estrutura, materialidade e atividade humana, abrangendo centenas de metros a alguns quilômetros em escala horizontal (STEWART; OKE, 2012).

As LCZs permitem uma análise detalhada do espaço em estudos de climatologia urbana e medição de ilha de calor urbana de diferentes tipos (STEWART; MILLS, 2021). A classificação é organizada em dois grupos principais: tipos construídos, listados por classes numeradas de 1 a 10; e tipos de cobertura de superfície, listados pelas letras 'A' a 'G'. A classificação permite também subclasses, combinando características das classes principais para melhor adequar a representação da área em análise (STEWART, 2011).

Verifica-se que padrões de forma do arranjo do espaço urbano são similares em muitas das cidades do mundo (STEWART, 2011). Tal aspecto oferece um risco às condições climáticas locais, visto que as condições dos climas regionais são distintas; um risco de intensificações em processos e fenômenos climáticos distintos, na magnitude das variações dos atributos atmosféricos que impactam os habitantes das cidades, como a temperatura, umidade, velocidade do vento, ondas de calor (MOHAMMAD HARMAY; CHOI, 2022; WARD et al., 2016): “Se criarmos cidades padronizadas universalmente, teremos que ter os recursos e as técnicas para anular a natureza ou pagaremos alto preço pelo desconforto criado” (MONTEIRO, 1976, p. 133).

O Brasil possui uma grande diversidade climática em função da disposição do seu território no planeta, frente a controles do clima como a latitude, maritimidade-continentalidade, e a outros ligados a aspectos de sua geografia interior, como o relevo, vegetação, e até mesmo atividades humanas (CONTI; FURLAN, 2014; MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2007). E mais de 85% da população brasileira vive em áreas urbanas espalhadas pelo território (ONU, 2018). Verifica-se necessário compreender como as áreas urbanas brasileiras se organizam localmente nas diferentes paisagens regionais do país, para que seja possível verificar como esta



organização, pode impactar diferentemente o clima urbano sob diferentes contextos geográficos.

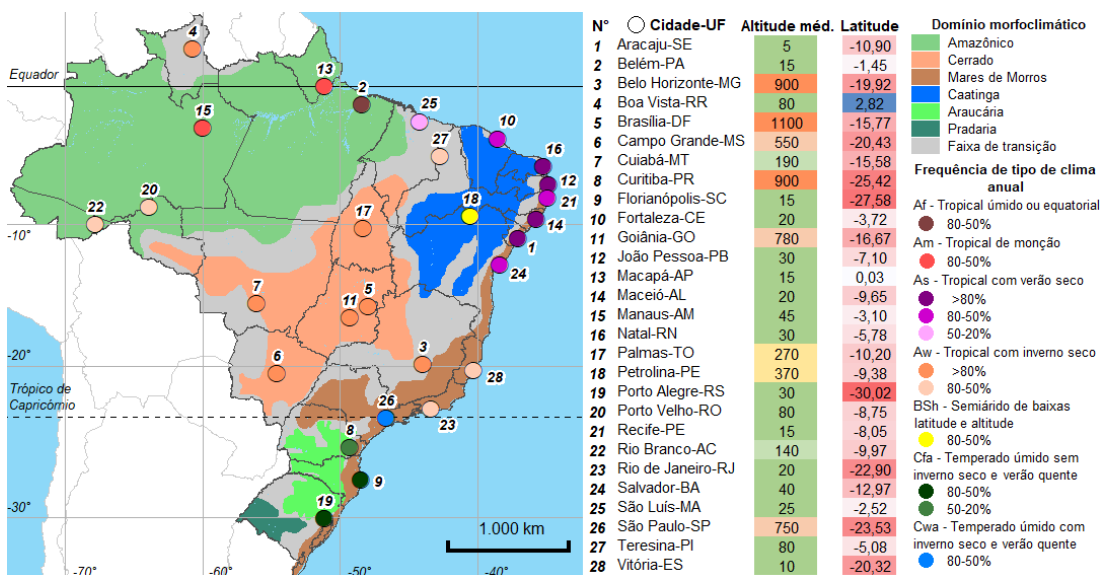
Neste sentido, este trabalho teve como objetivo fazer um estudo preliminar de reconhecimento para mapear e analisar LCZs de cidades brasileiras quanto a suas distribuições e morfologias.

## METODOLOGIA

Foram selecionadas cidades de maior população e área urbana em cada estado do país; e que estivessem inseridas em contextos geográficos regionais distintos, como por exemplo, apresentassem diferentes tipos climáticos, domínios morfoclimáticos, fossem litorâneas ou continentais. Se selecionou para análise todas as capitais estaduais, mais o Distrito Federal e Petrolina-PB, totalizando 28 cidades (Figura 1).

O Brasil é um país de dimensões continentais. Uma de suas principais divisões administrativas é a das Unidades Federativas (estados). Cada estado possui uma capital estadual. Cruzando a localização destas capitais com a frequência de tipos climáticos anuais baseada em Köppen (DUBREUIL et al., 2017), verifica-se que as capitais estão sujeitas a diferentes tipos climáticos (Figura 1). Se verificou uma porção do território nacional, no Nordeste, possuir um tipo climático único: Seco e Semiárido de baixa latitude e altitude (BSh), onde não se localiza nenhuma capital. Por este motivo, se selecionou também a cidade de Petrolina-PB neste estudo. Acredita-se que suas condições climáticas podem servir para exemplificar e ampliar mais uma das realidades e pluralidades geográficas do Brasil.

**Figura 1:** Localização das cidades analisadas e alguns aspectos geográficos.

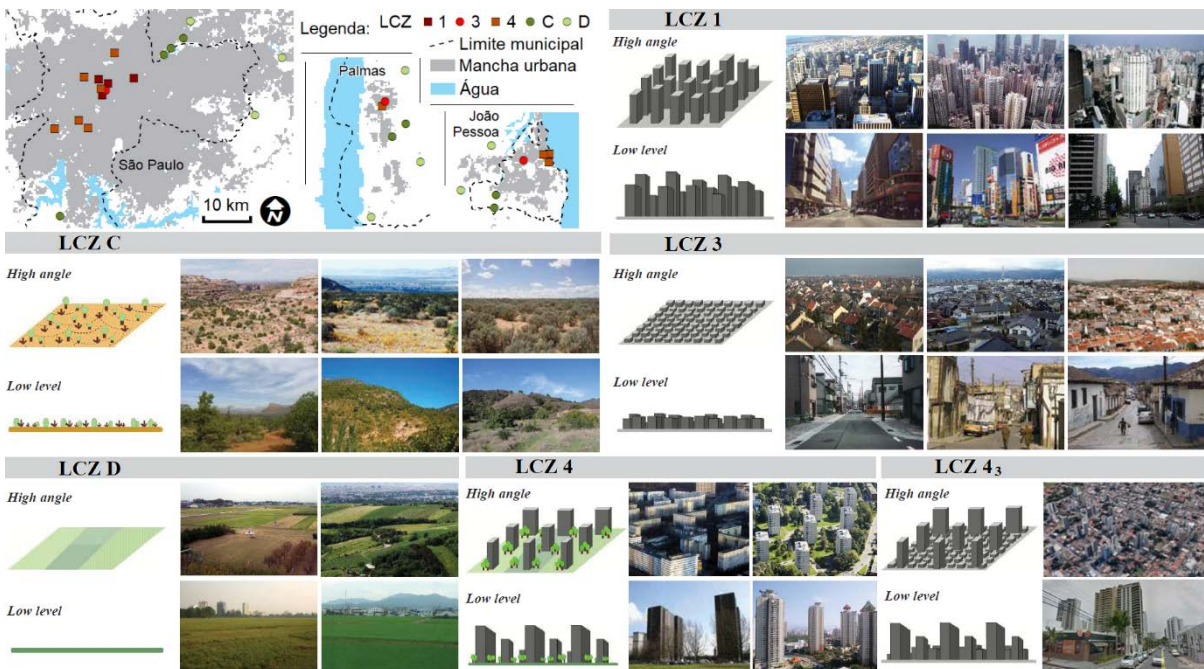


Fonte: organização nossa.



Na análise dos aspectos da morfologia urbana, baseia-se LCZs (STEWART; OKE, 2012). Verifica-se que esta classificação é adequada para esta representação generalizada do espaço urbano, em sua forma e função, visto exemplos da literatura em que também foi utilizada (OKE et al., 2017). Se identificou e mapeou áreas de treinamento (TA) de LCZs nas cidades; estas foram utilizadas para representarem áreas a serem comparadas entre si quanto aspectos de morfologias similares em mesma classe de LCZ em localidades distintas. Alguns exemplos deste mapeamento e tipos de classes podem ser observados na Figura 2.

**Figura 2:** Localização de certas LCZs em cidades analisadas e exemplos visuais de classes.



**Fonte:** organização nossa; adaptado de: STEWART, 2011.

Para analisar aspectos da morfologia urbana deve se levar em conta a disposição dos elementos da superfície, como as edificações, sua geometria, densidade, enfim, as frações de propriedades dos elementos da superfície (OKE et al., 2017). Em campo, fotografias ajudam na ilustração dos arranjos a se descrever. Por exemplo, a visualização de aspectos da morfologia em diferentes ângulos e perspectivas ajudam a aprimorar a classificação, como na diferenciação de classes com base na altura das edificações com adensamento semelhante (LCZ 1 e LCZ 3) ou altura semelhante e diferentes adensamento (LCZ 3 e LCZ 6). Aspectos da mancha urbana são analisados com base em classificações do tipo de superfície (ESA, 2015). Condições do entorno são verificadas por meio de análises com o uso de sensoriamento remoto, como

imagens de satélite de bandas do visível, modelo tridimensional (3-D) no Google Earth Pro, fotografias panorâmicas tiradas por drones, Google Street View.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Verificou-se entre as cidades analisadas praticamente todas as classes padrão de LCZs. A LCZ 1 e 4, entretanto, não aparece em todas as cidades. E esta última, encontra-se numa forma de subclasse, em conjunto com LCZs 3 e 6 em sua maioria.

Todas as demais LCZs edificadas foram detectadas pela análise visual aqui realizada. Neste estudo preliminar se deu destaque as LCZs 1 e 4, pela morfologia visual entre elas ser distinguida pelo fator densidade das edificações de elevada altura. Tal regra é a mesma para as LCZ 2 e 5, e LCZ 3 e 6. Se verifica com o adensamento edificado vertical, a diminuição da visão do céu no nível do pedestre.

A LCZ 1 aparece em cidades com maior desenvolvimento socioeconômico, em detrimento de outras. A LCZ 4 é comum nas cidades que possuem prédios residenciais não adensados, e que carecem de um centro comercial com prédios adensados (LCZ 1). A LCZ A é distinta entre as cidades, tanto pelo grau da expansão urbana, quanto pelas características da fitofisionomia da vegetação regional. A LCZ G aparece em grande quantidade tanto em cidades litorâneas, quanto em continentais, à margem de rios ou represas de maior volume.

A exemplo, verifica-se nas cidades de São Paulo, Curitiba, Goiânia, Belo Horizonte, Campo Grande, e outras, certa centralidade das LCZs 1 e 4 em relação ao total da mancha urbana. Já cidades litorâneas como Recife, Maceió, Rio de Janeiro, Fortaleza, entre outras, mostram tais morfologias na proximidade de suas linhas de costa. Tal efeito de não centralidade e a proximidade com o oceano podem favorecer a efeitos distintos daqueles de ilhas de calor.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

As distintas LCZs reconhecidas apresentam específicos efeitos climáticos. Somando isto às também distintas condições regionais em que se inserem as cidades brasileiras, verifica-se o possível estabelecimento de uma miscelânea de facetas do clima urbano com possíveis distintas características.

## **REFERÊNCIAS**



CAVALCANTI, I. F. A.; FERREIRA, N. J.; SILVA, M. G. A. J.; DIAS, M. A. F. (orgs.).  
**Tempo e Clima no Brasil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2009.

CONTI, J. B.; FURLAN, S. A. **Geocologia: o clima, os solos e a biota**. ROSS, J. L. S. (org.).  
Geografia do Brasil. São Paulo: Edusp, 6<sup>a</sup> ed., 2<sup>a</sup> reimp., 2014.

DUBREUIL, V.; FANTE, K. P.; PLANCHON, O.; SANT'ANNA NETO, J. L. Les types de  
climats annuels au Brésil: une application de la classification de Köppen de 1961 à 2015.  
**EchoGéo** [online], n. 41, 2017.

OKE, T. R.; MILLS, G.; CHRISTEN, A.; VOOGT, J. A. **Urban Climates**. Cambridge  
University Press, 2017.

MENDONÇA, F.; DANNI-OLIVEIRA, I. M. **Climatologia - noções básicas e climas do  
Brasil**. São Paulo: Oficina de Textos. 2007.

MONTEIRO, C. A. de F. **Teoria e clima urbano**. Tese (Livre-docência). São Paulo: Instituto  
de Geografia. 1976.

MOHAMMAD HARMAY, N. S.; CHOI, M. Effects of heat waves on urban warming across  
different urban morphologies and climate zones. **Building and Environment**, v. 209, 2022.

ONU (Organização das Nações Unidas). **United Nations Population Division's World  
Urbanization Prospects: 2018 Revision**. 2018. Disponível em: [https://data.worldbank.org  
/indicator/SP.URB.TOTL?name\\_desc=false](https://data.worldbank.org/indicator/SP.URB.TOTL?name_desc=false). Acesso em: janeiro de 2019.

STEWART, I. D. **Redefining the urban heat island**. Thesis (Doctor of Philosophy). Faculty  
of Graduate Studies, University of British Columbia, Vancouver, 2011.

STEWART, I. D.; MILLS, G. **The Urban Heat Island: A Guidebook**. Elsevier, 2021.

STEWART, I. D.; OKE, T. R. Local Climate Zones for Urban Temperature Studies. **Bulletin  
of the American Meteorological Society**, vol. 93, n. 12, 2012.

WARD, K.; LAUF, S.; KLEINSCHMIT, B.; ENDLICHER, W. Heat waves and urban heat  
islands in Europe: A review of relevant drivers. **Science of the Total Environment**, v. 569-  
570, 2016.