XXI ENTAC – Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído
14 a 16 de outubro de 2026 | Goiânia-Brasil
DOI: https://doi.org/10.46421/entac.v21i1.8568

Comparativo de classificações supervisionadas de zonas climáticas locais (LCZ) no município de Rio Verde (Goiás).

Comparative analysis of supervised classification of local climate zones (LCZ) in Rio Verde (Goiás).

Vinícius Carrião dos Santos
Instituto Federal de Goiás | Goiânia | Brasil | vinicius.arquieto@ifg.edu.br
Karla Emmanuela Ribeiro Hora
Universidade Federal de Goiás | Goiânia| Brasil | karla_hora@ufg.br

Resumo

A observação de fenômenos climáticos urbanos como as ilhas de calor tem-se apoiado, cada vez mais, no uso de técnicas e ferramentas nas quais algoritmos e geotecnologias são utilizados para a análise. A classificação climática é parte desses avanços técnicos. As *local climate zones* (LCZ) resultam do progressivo desenvolvimento de um sistema de classificação que facilita os estudos de ilhas de calor em escala urbana. Este estudo objetivou comparar a classificação LCZ realizada por meio do aplicativo LCZ *Generator* e o mapa global de LCZ do programa WUDAPT para a cidade de Rio Verde, Goiás. A partir dos mapas local e global foram comparadas as classes LCZ identificadas e sua distribuição espacial. Foi observado que, embora haja inconsistências nos mapas, passíveis de solução, a elaboração destes, seu uso e divulgação podem proporcionar dados mais precisos e possibilitar maior compreensão sobre a alteração da temperatura do ar em cidades de municípios de pequeno e médio porte.

Palavras-chave: Ilhas de Calor. LCZ *Generator*. Microclima. Planejamento Urbano.

Abstract

The observation of climatic phenomena such as heat islands has stimulated the adoption of techniques and tools based on algorithms and geotechnologies to understand and analyze these events. The classification systems of climate spaces represent advances in this field. Local climate zones (LCZ) are the result of progress in developing a climatic classification system. It was created for studies of urban heat islands at urban canopy layer scale. This study aimed to compare the LCZ classification performed by the LCZ Generator application and the global LCZ map from the WUDAPT program. The city of Rio Verde was chosen for this analysis. This comparison was based on LCZ classes and their spatial distribution in local and global maps. The results revealed inconsistencies in the maps but that are solvable. It can be stated that the creation of LCZ maps, their use and the dissemination of their results can provide more accurate data. It could also lead to a better understanding of air temperature changes in small and medium-sized cities.

Keywords: Urban Heat Island. LCZ Generator. Microclimate. Urban Planning

INTRODUÇÃO

A observação de fenômenos como as ilhas de calor, eventos de precipitação particularizados sobre as cidades e os efeitos da poluição sobre o clima e o microclima tem-se apoiado, cada vez mais, no uso de técnicas e ferramentas mediadas por algoritmos

e geotecnologias para sua análise e compreensão. Proporcionar a divulgação dos conhecimentos sobre o clima urbano e também a comparabilidade dos estudos ainda são metas destes esforços [1][2][3][4].

O estudo da cobertura e uso da terra (em inglês, *land-use land-cover* ou LULC) tem um papel-chave no desenvolvimento destes mecanismos de estudos climáticos, contribuição que foi acentuada com o contexto das alterações climáticas [5]em busca de medidas de mitigação e adaptação [6]. As diferentes formas de LULC afetam o microclima local, sendo a elevação das temperaturas o aspecto de maior destaque [7][8].

A classificação climática é parte dos avanços técnicos buscados na climatologia urbana. As denominadas *local climate zones* (LCZ) resultam do progressivo desenvolvimento de um sistema de classificação de caráter genérico [9] com o propósito de facilitar os estudos dedicados às ilhas de calor em qualquer parte do planeta. O padrão de classificação de espaços climáticos permite a comparabilidade entre diferentes estudos e a adequada descrição (metadados) dos distintos ambientes de interesse [2][10].

As diferentes zonas climáticas são caracterizadas em função dos elementos de rugosidade das superfícies (edifícios, tipo de vegetação ou ausência dela), da distância e a altura destas componentes tridimensionais, da permeabilidade das superfícies e das propriedades termais e radioativas dos materiais, como o albedo e a admitância. Estas variáveis constituem um conjunto de parâmetros relativos à camada do dossel urbano (em inglês, UCP) que influenciam a temperatura do ar. Às características gerais das LCZ podem também ser associados aspectos orográficos das localidades [11].

No Quadro 1 é apresentada a síntese das 17 zonas climáticas locais. Ainda que criadas para a classificação climática e estudos de ilhas de calor, a aplicabilidade das LCZ [2] tem se expandido para os campos da morfologia urbana e de estudos da vegetação nas cidades [12].

Quadro 1: Sistema de classificação das zonas climáticas locais.

Tipos construídos	Tipos de cobertura da terra
LCZ 1 - zona compacta de edifícios altos	LCZ A (11) - vegetação arbórea densa
LCZ 2 - Zona compacta de edifícios de altura média	LCZ B (12) - vegetação arbórea esparsa
LCZ 3 - Zona compacta de edifícios de altura baixa	LCZ C (13) - vegetação arbustiva
LCZ 4 - Zona aberta de edifícios altos	LCZ D (14) - vegetação baixa
LCZ 5 - zona aberta de edifícios de altura média	LCZ E (15) - rocha exposta e pavimentação
LCZ 6 - zona aberta de edifícios de altura baixa	LCZ F (16) - solo exposto e areia
LCZ 7 - zona de edifícios de materiais leves e baixa altura	LCZ G (17) - superfícies de água
LCZ 8 - zona ampla com edifícios de baixa altura	**Variações das propriedades da cobertura da terra**
LCZ 9 - zona com construções esparsas	b - árvores sem folhas
LCZ 10 - zona industrial	s - terra coberta de neve
	d - terra seca
	w - terra úmida

Fonte: Stewart, Oke [2]

Embora se possa realizar a classificação de LCZ a partir da medição das variáveis em campo, as técnicas de classificação apoiadas por sistemas computacionais favorecem estudos mais robustos desenvolvidos com o apoio de modelo numéricos. Esta é a proposta do *World Urban Database and Access Portal Tools* (WUDAPT) [13] que, a partir de um mapa global de LCZ, objetiva organizar um banco de dados climáticos urbanos e que dê suporte a modelos numéricos de previsão.

O aplicativo on-line LCZ *Generator* classifica de forma automatizada as LCZ de uma região a partir de áreas de treinamento (AT), utilizando dados orbitais (*Landsat* e *Sentinel*) e algoritmos como o *random forest* e de análise estatística **Erro! Fonte de referência não e ncontrada.**. As AT são definidas por especialistas conhecedores das características físicas e ambientais da região de interesse apoiados por imagens de alta resolução.

Estes aspectos e ferramentas subsidiaram este estudo que objetivou comparar a classificação LCZ realizada por meio do aplicativo LCZ *Generator* e o mapa global de LCZ do programa WUDAPT em uma cidade do agronegócio globalizado no Cerrado do sudoeste goiano. Para isso é descrita a classificação LCZ elaborada pelo aplicativo LCZ *Generator* a partir das áreas de treinamento definidas pelos autores. Em seguida, esta classificação é comparada aos resultados do mapa global de LCZ (*global LCZ map*) para as mesmas áreas e evidenciadas as particularidades, contribuições e restrições destes produtos.

A capacidade destas ferramentas de caracterizar o espaço urbano de forma rápida resulta em informações que interessam também ao planejamento urbano fora do eixo de regiões metropolitanas e em áreas dinâmicas da produção de *commodities* no Brasil.

MÉTODO

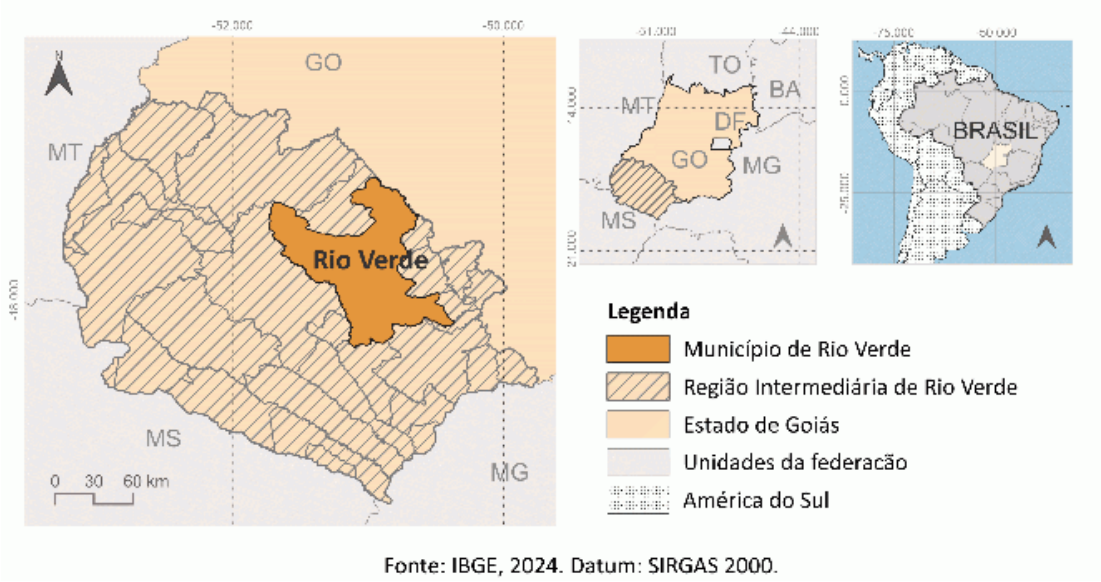
LOCALIDADE DE ESTUDO

Como região produtiva do agronegócio [14], o sudoeste de Goiás concentra os maiores valores de produção de *commodities* do estado [16], sendo Rio Verde a cidade pólo. O município de Rio Verde possui 225.696 habitantes, ocupando uma área de 8.374,254 Km², com densidade urbana de 2.035 hab./Km² e PIB *per capita* de 98.849,92 reais [17]. Localizado na Região Intermediária de Rio Verde (Figura 1), o município está há 748m de altitude com precipitação média anual aproximada de 1500mm e clima tipo Aw segundo a classificação Köppen-Geiger. As lavouras de soja e milho ocupam 56% da área do município [18] e o perímetro urbano é envolvido por estas lavouras (Figura 2).

Três categorias de usos urbanos da terra predominam nesta cidade: habitação unifamiliar e comércio de baixo adensamento e edifícios de até 3 pavimentos; instalações produtivas, de armazenamento e logística compreendendo grandes galpões, silos e pátios de manobras de caminhões e; áreas de ocupação urbana não consolidada com loteamentos novos ou glebas ainda não urbanizadas.

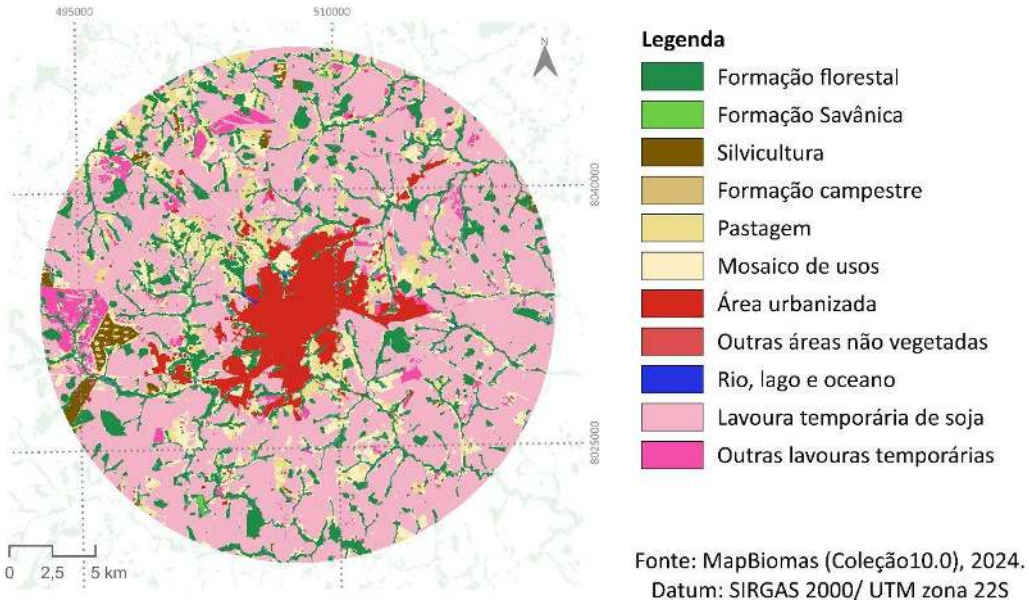
DOI: https://doi.org/10.46421/entac.v21i1.8568

Figura 1 : Região Intermediária de Rio Verde.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 2: Classes gerais de cobertura e uso da terra da região de interesse.



Fonte: MapBiomas [18].

APLICATIVO LCZ GENERATOR E O MAPA GLOBAL LCZ

O aplicativo LCZ Generator [14] é uma ferramenta com uma abordagem padronizada que facilita a utilização das LCZ em escala planetária. A classificação se inicia com a definição das áreas de treinamento (AT) de cada tipo de LCZ na região de interesse a partir de um *template* em formato .kml disponibilizado pelo *site*.

No ambiente *Google Earth Pro* são definidas as AT por meio de polígonos segundo as regras fornecidas (https://www.wudapt.org/digitize-training-areas/). É recomendado que as AT tenham geometria simples, de poucos vértices e superfície superior a 0,04 km². A geometria da AT deve preservar um afastamento de outra LCZ contígua e pede-se que haja, no mínimo, cinco amostras para cada tipo de LCZ para uma classificação adequada.

O processo de classificação utiliza 33 dados orbitais do Landsat 8 e do Sentinel 1 e 2. A acurácia é calculada pelo aplicativo de modo sequencial [14] e foram apresentadas a acurácia geral (OA), a das classes urbanas (OAu), a que relaciona as classes urbana e as de cobertura da terra (OAbu) entre outras informações.

Nesse estudo, a classificação LCZ concentrou-se na caracterização climática da cobertura e do uso da terra no período de vazio sanitário [19], no qual a terra das lavouras encontra-se exposta ou parcialmente recoberta com a palhada da safra anterior. O vazio sanitário acontece durante a estação de inverno no hemisfério sul. No sudoeste goiano este período é marcado pela estiagem, baixa umidade, pouca nebulosidade, elevada insolação e temperaturas altas [20].

A região de interesse adotada para o comparativo considera a área urbana e uma faixa do entorno da cidade de Rio Verde dedicada a atividades agropecuárias. Esta região de interesse foi definida por uma área circular de 20Km de diâmetro.

O mapa global de LCZ foi elaborado a partir de AT definidas de modo colaborativo e com diferentes níveis de confiabilidade, advindas tanto de interessados (*crowdsourcing*) quanto de pesquisas e projetos com este propósito. As AT foram agrupadas por regiões ecológicas para uma distribuição em escala mundial [21].

As submissões de TA ao LCZ Generator compõem a coletânea de dados da plataforma WUDAPT. A ampliação da coletânea a partir destas colaborações permitirá atualizações melhoradas do mapa global. Neste estudo foi utilizada a terceira versão do mapa global de LCZ divulgada em 2023[21].

RESULTADOS

No Quadro 2 são apresentados os resultados da acurácia da classificação dos autores (CdA). O mapa global apontou um número maior de tipos de LCZ que a CdA para a região de interesse de Rio Verde (Quadro 3). As superfícies de água como lagos, represas e rios, correspondentes à classe LCZ 17 (G) têm pequena representatividade neste estudo e por isso não são apresentadas.

Quadro 2: Dados das submissões da CdA.

Município	Acurácia Geral (OA)	Acurácia zonas urbanas (OAu)	Acurácia zonas urbanas vs. rurais (OAbu)	Identificação da versão da classificação utilizada	Data de submissão da versão utilizada	Número de submissões realizadas
Rio Verde	0,88	0,89	0,98	34	28/01/2026	34

Fonte: Elaborado pelos autores.

A CdA resultou em sete tipos de LCZ, enquanto o Mapa Global de LCZ indicou 10. A predominância do tipo de cobertura LCZ 16 (F) na CdA em contraposição à LCZ 14 (D) se explica pelo caráter sazonal investigado. Esta classificação permitiu visualizar quanta área ao redor do núcleo urbano é dedicada ao monocultivo da soja. No mapa global, as áreas identificadas como vegetação baixa (LCZ 14 ou D) incorporam as lavouras temporárias de soja que na CdA foram apontadas como LCZ 16 (F). As áreas caracteristicamente definidas como LCZ 16 no mapa global representam pequenas glebas de terra.

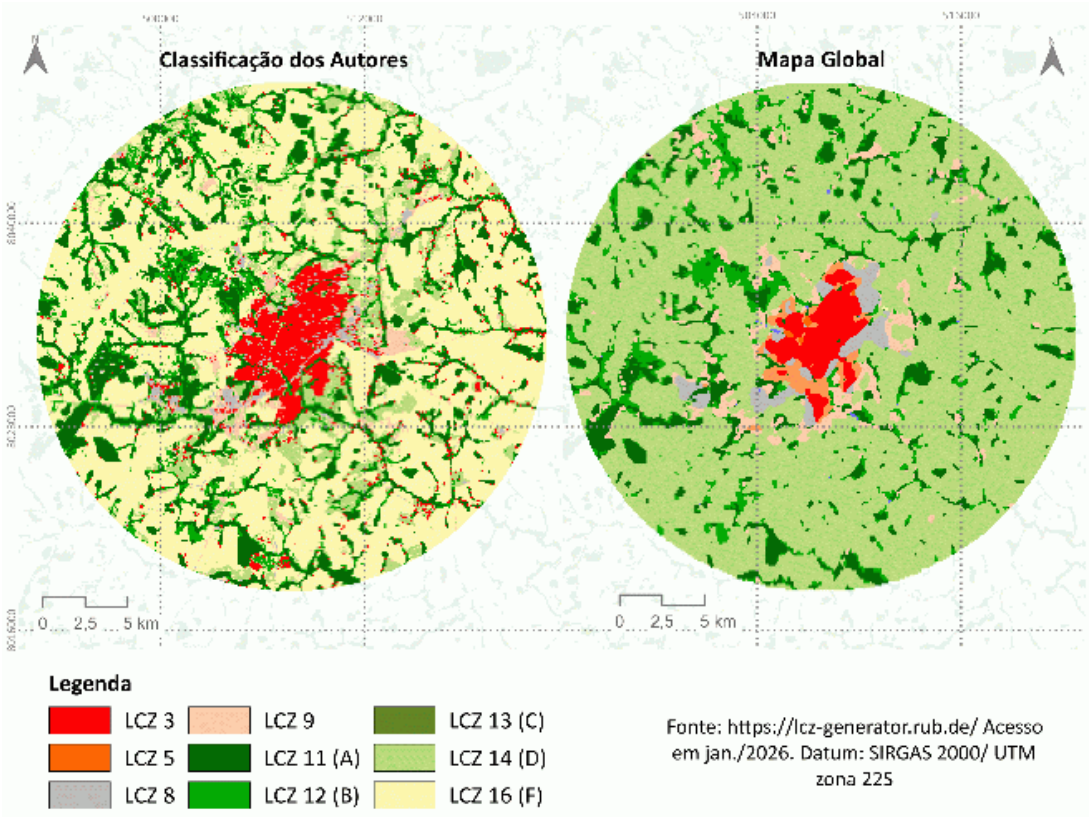
Quadro 3: LCZ identificadas na CdA e no mapa global de LCZ para Rio Verde.

Classificação	Tipos de LCZ
Classificação dos autores (CdA)	16, 11, 14, 12, 3, 9, 8
Mapa Global de LCZ	14, 11, 12, 9, 3, 8, 6, 5, 16, 15

Nota: Tipos listados por ordem decrescente de área identificada na região de interesse.
Fonte: Elaborado pelos autores.

Os tipos urbanos LCZ 6, 5, 15 foram identificados no mapa global e não aparecem na CdA. A LCZ 3 predomina nas áreas urbanas segundo a CdA (Figura 3) enquanto no mapa global porções de LCZ 6 aparecem nestas mesmas regiões. Estas duas classes diferenciam-se pelos parâmetros relacionados à compactação da urbanização (proximidade entre os edifícios) e à permeabilidade. Na zona climática aberta de edifícios de baixa altura (LCZ 6) os prédios estão mais afastados entre si, com maiores superfícies de terreno permeável e geralmente mais arborizadas.

Figura 3: Mapa global de LCZ e o mapa da CdA para Rio Verde



Fonte: Demuzere **Erro! Fonte de referência não encontrada.**e Santos [22]

Como as zonas climáticas locais representam um modelo simplificado da organização da paisagem, áreas características da LCZ 3 e da LCZ 6 se misturam na cidade e dificilmente formam regiões homogêneas extensas, escapando aos critérios dimensionais mínimos para a criação das AT [21]. A presença de lotes e áreas não construídas em regiões adensadas da cidade também favorecem esta confusão na classificação.

A elaboração do mapa global partiu de um conjunto de AT maior (aproximadamente 63.000 polígonos) que aquele criado pelos autores [21][22]. Por ser determinante para a acurácia da classificação das LCZ, o número de AT favoreceu a identificação de áreas LCZ 6 em âmbito global. Um maior número de AT abrangendo diferentes aspectos morfológicos de uma mesma LCZ permite a melhor identificação da zona.

A classificação dos tipos LCZ 8 e 9 no mapa global apresentou-se inconsistente para Rio Verde. Áreas residenciais foram equivocadamente selecionadas como LCZ 8. Áreas LCZ 9 características do entorno urbano e de desenvolvimento não consolidado foram apontadas em regiões de lavoura.

As dimensões das áreas de LCZ 9 identificadas no mapa global extrapolam os limites de eventuais instalações e galpões das fazendas a que poderiam ser atribuídas. Na CdA, estas áreas apontadas como LCZ 9 no mapa global e que estão fora do entorno urbano foram classificadas como LCZ 14.

Na CdA também puderam ser identificadas representações inconsistentes, como a distribuição equivocada de pixels LCZ 3 em áreas de fazenda e de pixels LCZ 8 isolados no interior do núcleo urbano. O tipo LCZ 5 aparece no mapa global de Rio Verde, mas não na CdA em função do pouco número de amostras possíveis de serem criadas.

Ainda que estas inconsistências possam ser sanadas com o refinamento das AT, a classificação LCZ não é definitiva e precisa ser revisitada periodicamente. A alteração dos tipos na escala temporal representa a sucessão das coberturas, ocupações e usos da terra e evidenciam as opções e decisões adotadas para o desenvolvimento do solo urbano e rural.

A modificação de tipos de LCZ, no entanto, pode ser sazonal, como a registrada na CdA. Esta condição temporária do regime de cobertura e uso da terra pode acentuar ou minimizar variáveis climatológicas, como a temperatura e a umidade, associadas às condições atmosféricas da estação do ano. Esta classificação sazonalizada contribui para a compreensão dos possíveis impactos das características climáticas próprias do regime produtivo de monocultivos no Cerrado do sudoeste goiano sobre a população urbana.

Embora o mapa global e a CdA registrem condições físicas que impactam o clima local, a aplicação de seus resultados é distinta. O mapa global espacializa tipos de zonas climáticas de forma genérica, enquanto a CdA é dedicada a um recorte temporal com consequências climáticas específicas. No caso em estudo, os mapas se diferem, sobretudo, quanto aos tipos de cobertura da terra. Estas possibilidades de aplicação evidenciam o potencial da abordagem LCZ como ferramenta para estudos climáticos.

A caracterização espacial e climática urbana detalhada é um diferencial do mapa global de LCZ, permitindo comparações entre diferentes cidades. Contudo, a abordagem LCZ por

ser um modelo simplificado e sintético não é capaz de expressar a diversidade dos tipos de cobertura da terra existentes no planeta.

A versão atual do mapa global de LCZ não oferece uma caracterização apurada das cidades brasileiras. No *site* LCZ *Generator* encontram-se registradas submissões de 94 cidades brasileiras. O maior número de dados sobre o Brasil que subsidiaram o mapa global são de cidades litorâneas e do centro-sul do país.

CONCLUSÃO

O mapa de LCZ elaborado por meio da criação de AT e submetido ao LCZ *Generator* foi comparado com o mapa global de LCZ divulgado pelo projeto WUDAPT e apontadas as particularidades, similaridades e limitações destes produtos.

As inconsistências de classificação identificadas nos mapas são passíveis de solução com a melhoria da capacidade de criação de AT e da incorporação de melhores dados ao processo de classificação supervisionada. A caracterização espacial intraurbana alcançada pela abordagem LCZ permite a realização de comparações entre diferentes morfologias urbanas e suas características climáticas, determinantes para o campo térmico local. O mapa de LCZ particulariza informações que faltam a outros mapas de cobertura e uso da terra disponíveis.

Assim, novas submissões ao LCZ *Generator* podem ser feitas pelos autores a partir da revisão das AT de Rio Verde fundamentada na análise do mapa global de modo a refinar a classificação. Da mesma forma, o estudo dos resultados do mapa global e daqueles publicados no site LCZ *Generator* para outras cidades podem auxiliar especialistas e interessados a compreender o processo de classificação desenvolvido e familiarizar-se com as distinções entres os tipos de LCZ.

DECLARAÇÃO

Os autores declaram que não utilizaram IA Generativa nem tecnologias assistidas por IA no processo de preparação do manuscrito.

REFERÊNCIAS

[1] OKE, T.R. Towards better scientific communication in urban climate. **Theor. Appl. Climatol**., v.84, p.179-190, 2006. DOI: 10.1007/s00704-005-0153-0. Disponível em: https://link.springer.com/article/10.1007/s00704-005-0153-0. Acesso em: 12 abr. 2024.

[2] STEWART, I. D. OKE, T. R. Local Climate Zones for Urban Temperature Studies. **Bull. of the Amer. Meteor. Soc.**, v.93, n.12, p.1879-1900, Dez. 2012. DOI: 10.1175/BAMS-D-11-00019.1. Disponível em: https://journals.ametsoc.org/view/journals /bams/93/12/bams-d-11-00019.1.xml. Acesso em: 24 jul.2025.

[3] MASSON, V.; LEMONSU, A.; HIDALGO, J.; VOOGT, J. Urban climate and Climate Change. **Annual Review of Environ. and Res.**, v.45, p.411-444, 2020. DOI; 10.1146/annurev-environ-012320-083623. Disponível em: https://www.annualreviews.org/ content/journals/10.1146/annurev-environ-012320-083623. Acesso em: 29 abr. 2024.

[4] MARTILLI, A.; KRAYENHOFF, E.S.; NAZARIAN, N. Is the Urban Heat Island intensity relevant for heat mitigation studies? **Urban Climate**, v.31, 100541, 2020. DOI: 10.1016/j.uclim.2019. 100541. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S22120955 19300070. Acesso em: 09 mai. 2025.

[5] ZANGALLI JUNIOR, P.C. A natureza do clima e o clima das alterações climáticas. **Rev. Bras. de Climatologia**. v.16. Ano 16, 2020. DOI: 10.5380/abclima.v26i0.68155. Disponível em: https://revistas.ufpr.br/revistaabclima/article/view/68155. Acesso em: 01 mar. 2024.

[6] YAN, Z.; ZHOU, D. Rural agriculture largely reduces the urban heating effects in China: A tale of the three most developed urban agglomerations. **Agri. and Forest Meteor.**, v.331, 2023. DOI:/10.1016/j.agrformet.2023.109343. Disponível em: https://www.science direct.com/science/article/abs/pii/S0168192323000370. Acesso em 02 mai. 2024.

[7] IPCC. **Mudança o clima e terra: Sumário para formuladores de Políticas**. Tradução Mariane Arantes Rocha de Oliveira. Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações: Brasil, 2020. Disponível em: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/4/2021 /10/SRCL.Port-WEB.pdf. Acesso em: 20 mar. 2024.

[8] CALLEJAS, I. J. A.; BIUDES, M. S.; MACHADO, N. G.; DURANTE, L. C.; LOBO, F. A. Patterns of energy Exchange for tropical urban and rural ecosystems located in Brazil central. **Jour. of Urban and Environ. Eng.**, v.13, n.1, 2019, p.69-79. DOI: 10.4090/juee.2019.v13n1.069079. Disponível em: https://periodicos.ufpb.br/index.php /juee/article/view/41349. Acesso em 29 abr. 2025.

[9] DORIGON, L.P. AMORIM, M.C.C.T. As classificações dos climas das cidades. **Geografia** (Londrina), v.30, n.1, p.211-231, 2021. DOI: 10.5433/2447-1747.2021v30n2p211. Disponível em: https://ojs.uel.br/revistas/uel/index.php/geografia/article/view/41011. Acesso em: 03 jan. 2026.

[10] STEWART, I. D. MILLS, G. **The urban Heat Island**: A guide book. Elsevier: Netherlands. 2021. *E-Book*. Disponível em: https://urban-climate.org/wp-content/uploads/2023/10/Stewart _Mills_UHI_Guidebook_2021.pdf. Acesso em: 21 ago.2022.

[11] STEWART, I.D. Developing a field guide to identify local climate zones in cities. *In*: International Conference on Urban Climate, 10; Symposium on the urban environment, 14., 2018, New York. **Anais [...].** New York: [s. n.], 2018. p. 1-6. Disponível em: https://iainstew. wordpress.com/wp-content/uploads/2019/09/stewart-2018.pdf. Acesso em: 09 abr. 2026.

[12] FERREIRA, L. S. FERRETTO, D. DUARTE, D.H.S. Mapeando a morfologia urbana: Aplicações do método Local Climate Zones em diferentes escalas de projeto. **Pos FAUUSP** (São Paulo), v.30, n.56, 2023.DOI: 10.11606/issn.2317-2762.posfauusp.2023.197563. Disponível em: https://revistas.usp.br/posfau/pt_BR/article/view/197563. Acesso em: 13 mai. 2025.

[13] CHING, J. MILLS, G. BECHTEL, B. SEE, L. *et al.* WUDAPT An Urban Weather, Climate and Environmental Modeling Infrastructure for the Anthropocene. **Amer. Meteorol. Soc.,** Setembro, p.1097-1924, 2018. DOI:10.1175/BAMS-D-16-0236.1. Disponível em: https://journals.ametsoc.org/view/journals/bams/99/9/bams-d-16-0236.1.xml. Acesso em: 09 abr. 2026.

[14] **LCZ GENERATOR**. Bochum (Alemanha):2021. Disponível em: https://lcz-generator.rub.de/ Acesso em: 14 maio 2025.

[15] ELIAS, D. Agronegócio e reestruturação urbana e regional no Brasil. *In*: BÜHLER, E. A.; GUIBERT, M.; OLIVEIRA, V.L. **Agriculturas empresariais e espaços rurais na globalização: Abordagens a partir da América do Sul** [online]. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2016, pp.63-81. Estudos rurais series. DOI: 10.7476/9786557250044.0004. Disponível em: https://books.scielo.org/id/3k9jk/pdf/b%C3%BChler-9786557250044-04.pdf. Acesso em: 01 mar. 2024.

[16] VIANNA, P.J.B.; COSTA, R. C. **Produto Interno Bruto dos Municípios Goianos – 2023**. Goiânia-GO: Instituto Mauro Borges de Estatísticas e Estudos Socioeconômicos – IMB, 2025.

Disponível em: https://goias.gov.br/imb/wp- content/uploads/sites/29/2025/12/Boletim _057_2025_PIB_dos_municipios_goianos_2025-1.pdf Acesso em: 03/01/2026

[17] IBGE. **Cidades e estados do Brasil**, 2025. Disponível em: https://cidades.ibge.gov.br/ Acesso em: 03 jan. 2026.

[18] MAPBIOMAS. **Coleção 10 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso da Terra do Brasil**, 2024. Disponível em: https://brasil.mapbiomas.org. Acesso em 03 jan. 2026.

[19] MAPA (Brasil). **Portaria SDA/MAPA Nº1.124, de 25 de junho de 2024**. Institui o Programa Nacional de Controle da Ferrugem Asiática da Soja - Phakopsora pachyrhizi (PNCFS) no âmbito do Ministério da Agricultura e Pecuária. Diário Oficial da União, 125, Seção 1, p.4, 2024. Disponível em: https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sanidade-animal-e-vegetal/sanidade-vegetal/arquivos-prevencao/PORTARIA_SDA_MAPA_NA___1.124_ _DE_25_DE_JUNHO_DE_2024___PNCFS.pdf. Acesso em: 03 jan. 2026.

[20] NASCIMENTO, D.T.F.; NOVAIS, G.T. Clima do Cerrado: Dinâmica atmosférica e características, variabilidades e tipologias climáticas. **Élisée Rev. Geo**. UEG, v.9, n.2, e922021, Goiás, jul.-dez., 2020. Disponível em: https://www.revista.ueg.br/index.php/elisee/article/view/10854. Acesso em: 22/02/2026.

[21] DEMUZERE, M. KITTNER, J. MARTILLI, A. MILLS, G. STEWART, I. D. VAN VILET, J. BECHTEL, B. **Global Global map of Local Climate Zones**, 2022. Disponível em: Zenodo. https://doi.org/10.5281/zenodo.6364593.) Acesso em: 17/04/2026.

[22] SANTOS, V. C. **WUDAPT Level 0 training data for Rio Verde – Goiás, 2026**. Disponível em: https://lcz-generator.rub.de/factsheets/7474ae18838bb7daaad17e26ecb081181dd1c8ad/7474ae18838bb7daaad17e26ecb081181dd1c8ad_factsheet.html. Acesso em: 28 jan. 2026. Submitted to the LCZ Generator, 2026. This dataset is licensed under CC BY-NC-AS.