



INTENSIDADE, MAGNITUDE E EVOLUÇÃO DIÁRIA DA ILHA DE CALOR ATMOSFÉRICA EM CIDADES DE PEQUENO PORTE: ANÁLISE SIMULTÂNEA A PARTIR DAS ZONAS CLIMÁTICAS LOCAIS (LCZs)

Intensity, magnitude and daily evolution of the atmospheric heat island in small towns: simultaneous analysis from Local Climate Zones (LCZs)

Intensidad, magnitud y evolución diaria de la isla de calor atmosférica en pueblos pequeños: análisis simultáneo a partir de las Zonas Climáticas Locales (LCZs)

Danielle Cardozo Frasca Teixeira  

Pós-Doutoranda, Departamento de Geografia, PPGG, Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Campus Presidente Prudente (FCT UNESP)
danielle.frasca@unesp.br

Margarete Cristiane de Costa Trindade Amorim  

Departamento de Geografia, PPGG, Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Campus Presidente Prudente (FCT UNESP)
margarete.amorim@unesp.br

Resumo: Este artigo versa sobre as ilhas de calor atmosféricas constatadas simultaneamente em duas cidades inseridas numa mesma região climática. Trazendo uma comparação relativa, considerou-se feições urbanas similares em Presidente Venceslau e Santo Anastácio (SP), adaptando-se a classificação das Zonas Climáticas Locais (LCZs), que foram confrontadas com os seus respectivos entornos rurais, ambos caracterizados como construções baixas dispersas com vegetação arbórea e rasteira (LCZ 9BD). Valendo-se dos conceitos de intensidade e magnitude da ilha de calor urbana (ICU) da atmosfera inferior, a análise centrou-se em dois meses do ano de 2017, julho e dezembro, articulando-se à sazonalidade climática regional. As Zonas Climáticas Locais compactas de baixa elevação com vegetação espaçada (LCZ 3B) dessas cidades apresentaram anomalias térmicas díspares quanto à frequência, intensidade e duração da ICU_{udl} pois a manifestação do fenômeno depende, além das feições das superfícies urbanizadas, das características geomorfométricas e da geometria solar que fornecem aos locais sua individualidade climática, sob os diferentes sistemas atmosféricos atuantes. Os resultados demonstram que, apesar da uniformidade entre as feições, o pico da ICU_{udl} não foi coincidente nos meses analisados, sendo que julho registrou o fenômeno

noturno e fraca e moderada magnitudes (entre 0,1 e 4 °C) em episódios isolados, enquanto que dezembro caracterizou-se pela manifestação diurna de moderada, forte e muito forte magnitudes, cujas intensidades variaram entre 0,1 a 6,2 °C.

Palavras-chave: Clima urbano. Zona Climática Local. Ilha de calor urbana. Cidades pequenas.

Abstract: This article is about the atmospheric heat islands found simultaneously in two cities located in the same climatic region. Bringing a relative comparison, similar urban features were considered in Presidente Venceslau and Santo Anastácio (SP), adapting the classification of Local Climate Zones (LCZs), which were confronted with their respective rural surroundings, both characterized as low-lying buildings scattered with arboreal and undergrowth vegetation (LCZ 9BD). Using the concepts of intensity and magnitude of the urban heat island (UHI) of the lower atmosphere, the analysis focused on two months of 2017, July and December, articulated with regional climate seasonality. The low-elevation compact Local Climate Zones with spaced vegetation (LCZ 3B) of these cities showed different thermal anomalies for frequency, intensity and duration of the UHI_{ucl} , as the phenomenon's manifestation depends, in addition to the features of the urbanized surfaces, on the geomorphometric characteristics and geometry that provide the locations with their climatic individuality, under the different operating atmospheric systems. The results showed that, despite the uniformity between the features, the peak of the UHI_{ucl} was not coincident in the months analyzed. July was registered with nocturnal phenomenon and weak and moderate magnitudes (between 0.1 and 4 °C) in isolated episodes, while that December was characterized by moderate, strong and very strong daytime manifestations, whose intensities ranged from 0.1 to 6.2 °C.

Keywords: Urban climate. Local Climate Zone. Urban Heat Island. Small towns.

Resumen: Este artículo trata sobre las islas de calor atmosférico que se encuentran simultáneamente en dos ciudades ubicadas en la misma región climática. A modo de comparación relativa, se consideraron características urbanas similares en Presidente Venceslau y Santo Anastácio (SP), adaptando la clasificación de Zonas Climáticas Locales (ZLC), las cuales fueron confrontadas con sus respectivos entornos rurales, ambos caracterizados como edificios bajos dispersos con vegetación arbórea y de sotobosque (LCZ 9BD). Utilizando los conceptos de intensidad y magnitud de la isla de calor urbano (ICU) de la atmósfera inferior, el análisis se centró en dos meses de 2017, julio y diciembre, articulados con la estacionalidad climática regional. Las Zonas Climáticas Locales compactas de baja elevación con vegetación espaciada (LCZ 3B) de estas ciudades presentaron diferentes anomalías térmicas en cuanto a frecuencia, intensidad y duración del ICU_{ucl} , ya que la manifestación del fenómeno depende, además de las características de las superficies urbanizadas, sobre las características geomorfométricas y la geometría que dotan a las localizaciones de su individualidad climática, bajo los diferentes sistemas atmosféricos en funcionamiento. Los resultados mostraron que, a pesar de la uniformidad entre las características, el pico de la ICU_{ucl} no fue coincidente en los meses analizados, registrándose julio el fenómeno nocturno y magnitudes débiles y moderadas (entre 0,1 y 4 °C) en episodios aislados, mientras que diciembre se caracterizó por manifestaciones diurnas moderadas, fuertes y muy fuertes, cuyas intensidades oscilaron entre 0,1 y 6,2 °C.

Palabras clave: Clima urbano. Zona Climática Local. Isla de calor urbana. Pueblos pequeños.

Submetido em: 30/06/2021

Aceito para publicação em: 26/01/2022

Publicado em: 16/02/2022

1. INTRODUÇÃO

As investigações da atmosfera das cidades inferem que elas são frequentemente mais aquecidas do que as áreas rurais circundantes. Essa constatação demonstra claramente as alterações climáticas na escala local promovidas pela presença humana, o que a ciência convencionou chamar de clima urbano (MONTEIRO, 1976). Esse conceito tem nas ilhas de calor atmosféricas um dos seus efeitos mais característicos e comprometedores do conforto térmico humano (MONTEIRO, 1976; OKE *et al.*, 2017).

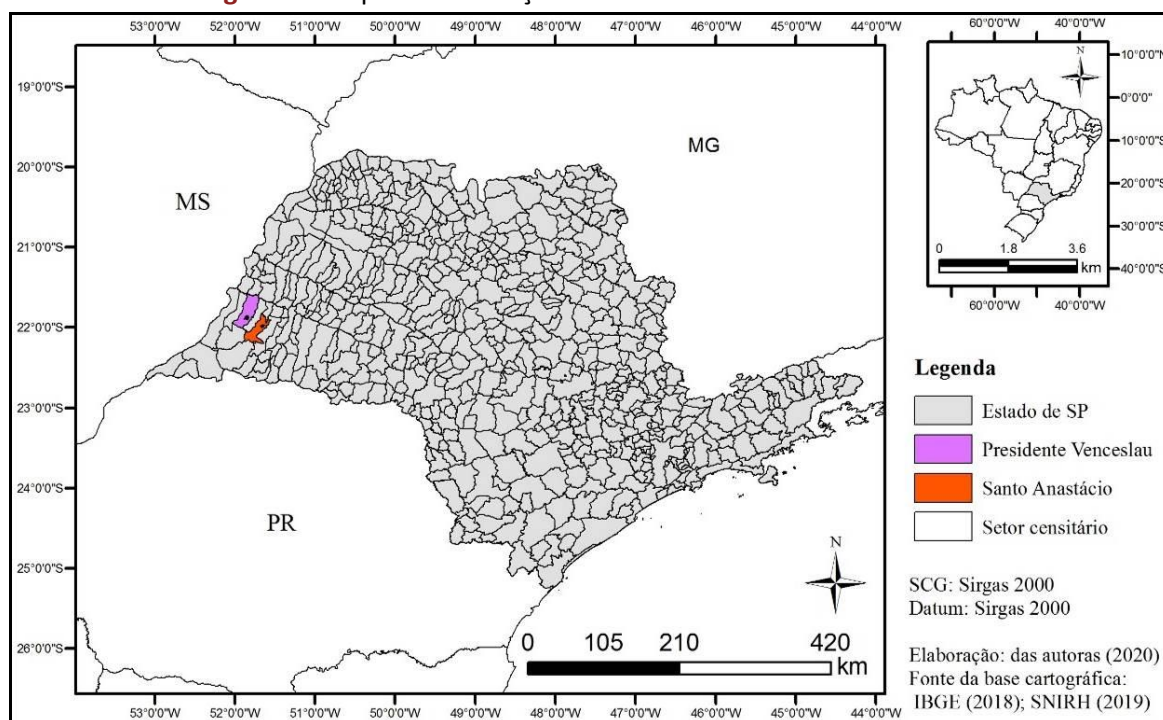
A ilha de calor urbana (ICU) trata-se de um dos fenômenos mais imediatos das alterações climáticas que ocorrem na escala local (MONTEIRO, 1976), não restrito às grandes aglomerações urbanas. Por tratar-se de um fenômeno muito documentado na literatura do clima desde o século XIX (LANDSBERG, 1981), estudos cada vez mais detalhados comprovam que as cidades de pequeno porte reúnem condições para a manifestação das ICU, uma vez que a urbanização e a ação humana modificam a atmosfera próxima à superfície, gerando o clima próprio das cidades, o clima urbano (MONTEIRO, 1976; PITTON, 1997).

Nas áreas urbanas há um acúmulo de energia proveniente do balanço de radiação solar e atmosférica incidente. O calor é emitido e refletido a partir das superfícies urbanas, que, em sua maioria, são compostas por materiais com menor capacidade de refletância e pouco evaporativos. Essas propriedades interferem na variação temporal da ICU, pois durante o dia ocorre o armazenamento de calor e liberação do seu excedente no decorrer da noite. Por isso, genericamente, as ICU são mais quentes após o pôr do sol, porém “[...] a magnitude da intensidade das ilhas de calor e seus horários de pico variam de cidade para cidade” (GARTLAND, 2010, p. 13).

Admitindo as ilhas de calor urbanas como um dos maiores enfrentamentos da vida urbana no século XXI (RIZWAN *et al.*, 2008), de ocorrência irrestrita nas cidades e com consequências diretas na saúde e no desempenho humano (MONTEIRO, 1976), o presente artigo versa sobre as ICU atmosféricas registradas simultaneamente em duas cidades inseridas numa mesma região climática, nomeadamente Presidente Venceslau e Santo Anastácio, posicionadas no Oeste do Estado de São Paulo (Figura 1). Considerou-se feições urbanas similares nessas cidades que foram comparadas com os seus respectivos entornos rurais, ambos caracterizados por pastagem. O objetivo do trabalho foi identificar anomalias e estabelecer uma comparação relativa dos padrões térmicos simultâneos em cidades

inseridas no mesmo clima regional a partir de pontos urbanos com características superficiais similares. Para isso, considerou-se as intensidades térmicas entre pares identificados pela metodologia das Zonas Climáticas Locais (STEWART; OKE, 2012) e seus respectivos espaços rurais (FERNÁNDEZ GARCÍA, 1996), sob os sistemas atmosféricos atuantes nos meses de julho e dezembro de 2017, articulando-se à sazonalidade climática regional (SANT'ANNA NETO; TOMMASELLI, 2009).

Figura 1 - Mapa de localização das cidades do universo de análise



Fonte: Elaborado pelas autoras (2021).

O recorte territorial de interesse insere-se em área de transição dos climas controlados pelos sistemas tropicais e polares (MONTEIRO, 1973), onde ocorre a incursão de sistemas frontológicos em virtude da sua posição latitudinal complexa (SANT'ANNA NETO, 2000), naturalmente caracterizando-se pelo excedente de calor e desconforto térmico.

Relativo ao quadro socioeconômico tratam-se de cidades de pequeno porte populacional, com economia relacionada à prática agropastoril, ao comércio e à prestação de serviços. Segundo estimativas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2020), no ano de 2020, Presidente Venceslau teve população estimada em 39.583 habitantes, enquanto que Santo Anastácio, com menor contingente populacional, foi estimada em 20.866 habitantes.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Estudos dessa natureza aplicados às cidades tropicais de pequeno porte são escassos na literatura brasileira e diferenciam-se, sobretudo, quanto à metodologia de aquisição de dados. Isso assume importância, pois, aparentemente, induzem sobre a influência dos ambientes construídos em modular a variação da temperatura do ar. Coletas feitas por transectos móveis referem-se às vias de fluxo livre, enquanto que registros por pontos fixos representam maior interferência das edificações (UGEDA JÚNIOR, 2012).

Cita-se o trabalho de Cardoso e Amorim (2017), aplicado à cidade de médio porte Presidente Prudente, localizada no Oeste do Estado de São Paulo que, utilizando-se de transectos móveis e de modelos de regressão, foi calculada a correlação entre as LCZs e a temperatura do ar, com resultados indicativos de que a morfologia, a cobertura de superfície e a atmosfera local demonstram essa correlação.

A relação e a diferença entre pares de LCZs foram abordadas por Pinton *et al.* (2021) em Sacramento, cidade de pequeno porte localizada no Estado de Minas Gerais. O estudo que utilizou-se da coleta por transectos móveis identificou ICU de magnitude forte configurada entre paisagens com diferenças de morfologia e cobertura de superfície.

Dorigon (2019) aplicou a classificação da paisagem na escala local para a cidade de Jundiá (SP), localizada em clima subtropical, identificando que as maiores intensidades da ICU relacionaram-se às LCZs compactas com baixa densidade de vegetação.

Tendo em vista a experiência desses trabalhos, para atingir os objetivos definidos para esta pesquisa, as ICU atmosféricas foram investigadas segundo o aporte teórico-metodológico do Sistema Clima Urbano (SCU), direcionando-se ao subsistema termodinâmico e ao canal perceptivo do conforto térmico (MONTEIRO, 1976). Complementam as bases conceituais do artigo aspectos teóricos e metodológicos da literatura internacional, com ênfase nos processos físicos verificados na atmosfera inferior ou dossel urbano (OKE, 1987), na variação espaçotemporal e força do fenômeno (FERNÁNDEZ GARCÍA, 1996).

Na escala local do clima, “a estrutura e a forma urbana exercem influência significativa em função das trocas de calor” (SANT’ANNA NETO, 2013, p. 87) dos espaços urbanos. Das investigações do clima urbano e das ilhas de calor em fina escala é possível apreender que:

Os fatores geográficos do clima assumem [...] uma importância crescente, uma vez que a rugosidade do relevo, a existência (ou não) de corpos de água e de vegetação é suficientemente latente para exercer influências nas características das células locais dos climas regionais (SANT'ANNA NETO, 2013, p. 86).

Nesta escala de análise do clima as diferenciações climáticas intraurbanas são percebidas pela delimitação de setores relativamente homogêneos (MENDONÇA, 2003), o que se alcança por classificações automáticas ou subjetivas.

Para atingir os objetivos da pesquisa, a ICU da atmosfera inferior ou do *Urban Canopy Layer* (ICU_{ucl}) (OKE, 1987), portanto, do ar comprometido pelas edificações (AMORIM, 2020), foi investigada a partir de pontos fixos urbanos e rurais definidos pela adaptação das Zonas Climáticas Locais ou *Local Climates Zones* (LCZ) (STEWART; OKE, 2012) visando a comparação de feições similares entre cidades (DORIGON, 2019). Estas fornecem uma base amplamente aceita para a classificação da paisagem na escala local. É aplicável à investigação da ICU_{ucl} pois permite “encontrar uniformidade nos processos de superfície e características que influenciam a temperatura próxima à superfície” (CARDOSO; AMORIM, 2017, p. 79). Trata-se de uma composição simples de edifícios, estradas, plantas, solos, rochas e água distribuídas uniformemente em padrões reconhecíveis em fotografias aéreas.

As LCZs estão agrupadas conforme a capacidade das superfícies de modificar os climas locais devido ao seu tecido típico, cobertura da terra, estrutura e metabolismo, expressos através de propriedades comuns como a impermeabilidade, a rugosidade, o comportamento térmico, o uso de energia e água. Assim, as classes são combinadas considerando-se os tipos construtivos e as coberturas da terra, critérios que exercem controle sobre aspectos de microclima e climas locais como o vento, a temperatura e a umidade (OKE *et al.*, 2017). A versatilidade dessa classificação figura nas possibilidades de subclassificações para contemplar a sazonalidade e características temporárias da paisagem (PINTON *et al.*, 2021).

Embora não incorporadas na classificação LCZ, as características físicas determinadas pelos parâmetros geomorfométricos do sítio urbano, tais como orientações das vertentes e a altimetria dos pontos fixos, fundamentaram a análise em função do ciclo diurno e noturno que estabelecem com a temperatura (FIALHO, 2021). Para atingir os objetivos definidos,

essas variáveis foram abordadas de forma a distinguir a real influência das características urbanas na variação das intensidades térmicas entre as LCZs.

As classificações LCZs aplicadas ao presente trabalho foram elaboradas estabelecendo-se um limite de raio de 300 metros a partir dos pontos fixos visando a restrição da análise em relação às LCZs limítrofes (STEWART; OKE, 2012). Tal delimitação serviu para o reconhecimento da estrutura, da cobertura de superfície, do tecido e metabolismo urbano que influenciam a camada de ar adjacente à superfície. Tais características foram sintetizadas em fichas técnicas adaptadas dos trabalhos de Stewart (2011), Cardoso e Amorim (2017) e Dorigon (2019).

Definidos pontos de semelhança nas duas cidades, procedeu-se à aquisição de dados primários em superfície registrados por sensores abrigados, instalados a 1,5 metros do solo (Figura 2). Os sensores empregados foram do tipo *Therma Data Logger* (marca registrada *Eti Eletronic temperature instruments*®), protegidos em abrigos meteorológicos *Ambient weather*, modelo RS 4 (marca registrada *Ambient*®LLC, 2011).

Figura 2 - Abrigo meteorológico instalado em área rural de Santo Anastácio (SP).



Fonte: Trabalho de campo (2017). Arquivo pessoal.

Os instrumentos foram programados para o registro horário da temperatura do ar no recorte temporal fixado nos meses de julho e dezembro de 2017, o primeiro caracterizando o período seco e o segundo o chuvoso, uma vez que a sazonalidade da precipitação é um

traço marcante do clima regional, além de articular-se com a variação da intensidade da ilha de calor urbana (TEIXEIRA, 2019).

O tratamento dos dados voltou-se à obtenção das intensidades tomadas pelo rural próximo de cada localidade que, de acordo com a proposta de Fernández García (1996), se faz pela aplicação da expressão:

$$(1) \Delta T^{\circ}\text{C} = T^{\circ}\text{C urbano} - T^{\circ}\text{C Rural}$$

Onde,

$\Delta T^{\circ}\text{C}$ corresponde à intensidade térmica medida em $^{\circ}\text{C}$;

$T^{\circ}\text{C urbano}$ refere-se à temperatura registrada no ponto representativo urbano;

$T^{\circ}\text{C rural}$ diz respeito à temperatura registrada na área rural circundante.

Pela aplicação da fórmula, relacionou-se os conceitos de intensidade e magnitude da ilha de calor, concebidas, respectivamente, pelos critérios quantitativo e qualitativo de classificação da força do fenômeno conforme a Tabela 1. Diferenças negativas identificaram a ilha de frescor (OKE *et al.*, 2017; GARTLAND, 2010).

Tabela 1 - Distinção de ilhas de calor atmosféricas conforme Fernandez Garcia (1996)

Magnitude	Fraca	Moderada	Forte	Muito forte
Intensidade	0 a 2 $^{\circ}\text{C}$	2 $^{\circ}$ a 4 $^{\circ}\text{C}$	4 $^{\circ}$ a 6 $^{\circ}\text{C}$	> 6 $^{\circ}\text{C}$

Fonte: Adaptado de: Fernández García, 1996, p. 264. Organização: das autoras (2020).

Os resultados foram representados através de tabelas dinâmicas geradas no aplicativo *Excel* (*Microsoft corporation*[®]) em nível de detalhamento horário, possibilitando a análise da evolução diária e mensal da ICU_{ucl} (ORTIZ-PORANGABA, 2015). As tabelas dinâmicas mostram-se abrangentes para apresentar a duração da ICU_{ucl} , contemplando uma análise articulada dos padrões térmicos e das maiores intensidades (pico) com os sistemas atmosféricos atuantes conforme a concepção dinâmica do ritmo climático (MONTEIRO, 1971).

Às tabelas dinâmicas foram atribuídas escalas de cores da magnitude da ICU_{ucl} (FERNÁNDEZ GARCÍA, 1996) fixada em equivalência. As ilhas de frescor ou frias (OKE *et al.*,

2017), que correspondem aos locais com menores temperaturas do que os arredores rurais, foram identificadas com a cor verde escuro.

Dados de precipitação fornecidos pelo Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE)¹ das estações de cada cidade foram incorporados às tabelas, assim como a identificação dos sistemas atmosféricos feita pela análise de imagens do Satélite Goes 16, cartas sinóticas da Marinha do Brasil e boletins técnicos do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).

2.1. Caracterização física das áreas de estudo e as Zonas Climáticas Locais de Presidente Venceslau e Santo Anastácio

O relevo está entre as características físicas mais importantes para o controle do clima do sítio urbano, que nas cidades em questão é pouco acidentado conforme detalhamento prévio dos sítios urbanos representado pela hipsometria, orientação de vertentes e declividades. A síntese dessas características está reunida na Tabela 2.

Os pontos de registro apresentaram cotas altimétricas pouco variáveis entre si, como forma de evitar a contaminação da amostra pelo relevo (FIALHO, 2012) e as declividades são suavemente planas (SISTEMA BRASILEIRO DE CLASSIFICAÇÃO DE SOLOS, 2009). A maior declividade foi constatada no ponto urbano de Presidente Venceslau, enquanto que os demais são mais planos. Apesar disso, a localização dos pontos com relação à orientação das vertentes interfere sobremaneira na distribuição solar na superfície e determina a resposta térmica diurna (FIALHO, 2021).

Essas condições são importantes para a análise climática, pois, na latitude em que se encontram e, considerando-se padrões construtivos semelhantes, as vertentes de orientação Norte recebem mais incidência de radiação solar, sendo geralmente mais quentes do que as vertentes direcionadas ao Sul, com exceção da estação do verão (AMORIM, 2017). Com relação às vertentes voltadas a Leste e Oeste, a variação de suas temperaturas segue o movimento aparente do sol, sendo que o Leste é mais aquecido pela manhã e o Oeste ao entardecer (TEIXEIRA, 2015).

¹ Estação C8011 de Pres. Venceslau; Estação C8009 de Santo Anastácio.

Tabela 2 - Síntese da cartografia dos sítios urbanos por ponto fixo estabelecido para a medição da temperatura do ar.

Cidade	Pontos fixos	Hipsometria (m)	Declividade (%)	Orientação vertente
Presidente Venceslau	Ponto Urbano	406	10%	Sul
	Ponto Rural	372	6%	Norte
Santo Anastácio	Ponto Urbano	428	6%	Leste
	Ponto Rural	418	6%	Noroeste

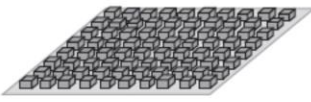
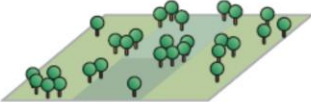




Fonte: Valores e posições extraídas por ponto de medição a partir das cartografias dos sítios geradas por imagens SRTM - INPE TOPODATA. Fonte: do autor (2019). Elaborado pelas autoras (2021).

2.2. As LCZs 3B de Presidente Venceslau e Santo Anastácio

Os pontos urbanos foram classificados como LCZ compacta de baixa elevação com vegetação espaçada (3B) (Quadros 1 e 2). Configuram residências pertencentes a conjuntos habitacionais de localização periférica, cujos lotes são pequenos e colocam as residências em proximidade. Nestes bairros é comum a excessiva impermeabilização do terreno e a vegetação é frequente somente nos passeios públicos. Verificam-se grandes alterações nos gabaritos construtivos e o emprego de telhas cerâmicas e de fibrocimento. A fração de superfície permeável é média em função do entorno dos pontos e o fluxo de tráfego é considerado baixo por tratarem-se de vias de acesso local. As temperaturas médias registradas no inverno e verão foram aproximadas para os dois locais urbanos.

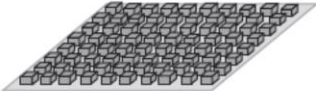
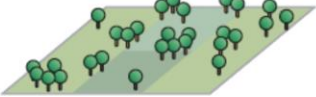




No que diz respeito às características geomorfométricas do sítio, a LCZ 3B de Presidente Venceslau localiza-se em vertente voltada ao Sul, enquanto que a de Santo Anastácio volta-se a Leste, características que distinguiram os padrões térmicos no ciclo diário e sazonal relacionado ao período de monitoramento climático.

Quadro 1 - Classificação da Zona Climática Local atribuída ao ponto urbano de Presidente Venceslau (SP).

LCZ	Compacta de baixa elevação	3B
Definição da zona		
<p>Forma Densamente construído, construções baixas e pequenas. Materiais construtivos pesados, ocorrência de telhados fibrocimento e cerâmica. Árvores espaçadas nas calçadas e interior dos lotes. Cobertura da terra impermeabilizada e parcialmente permeável, função de parque urbano. Fluxo baixo de veículos. Função residencial. Localização periferia da cidade.</p>		
Ilustração		
<p><i>Vista oblíqua</i></p> <p>Tipo de construção</p>  <p>Tipos de cobertura da terra</p> 		
<p><i>Vista lateral</i></p>		
Propriedades		
<p><i>Altura da rugosidade superficial (alta - média - baixa): baixa</i></p> <p><i>Fração de superfície impermeável (alta-média-baixa): média</i></p> <p><i>Fluxo de tráfego (alto-médio-baixo): baixo</i></p> <p><i>Temperatura média do ar (verão- inverno): 27,1°C (Dezembro/2017) 20°C (julho/2017)</i></p>		

Fonte: Ficha adaptada de Stewart (2011); Cardoso e Amorim (2017). Fonte das imagens: *World Imagery* (Esri); *Google Earth* (2020). Elaboração: das autoras (2021).

Quadro 2 - Classificação da Zona Climática Local atribuída ao ponto urbano de Santo Anastácio (SP).

LCZ		Compacta de baixa elevação		3B
Definição da zona				
<p>Forma Densamente construído, construções baixas e pequenas. Materiais construtivos pesados, ocorrência de telhados fibrocimento e cerâmica. Árvores espaçadas nas calçadas e interior dos lotes. Cobertura da terra impermeabilizada. Entorno parcialmente permeável. Fluxo baixo de veículos. Função residencial. Localização periferia da cidade.</p>				
Ilustração				
<p><i>Vista oblíqua</i></p> <p>Tipo de construção</p>  <p>Tipos de cobertura da terra</p> 				
<p><i>Vista lateral</i></p>				
Propriedades				
<p><i>Altura da rugosidade superficial (alta - média - baixa):</i> baixa</p> <p><i>Fração de superfície impermeável (alta-média-baixa):</i> média</p> <p><i>Fluxo de tráfego (alto-médio-baixo):</i> baixo</p> <p><i>Temperatura média do ar (verão- inverno):</i> 26,8°C (dezembro/2017); 21°C (julho/2017)</p>				

Fonte: Ficha adaptada de Stewart (2011); Cardoso e Amorim (2017). Fonte das imagens: World Imagery (Esri); Google Earth (2020). Elaboração: das autoras (2021).

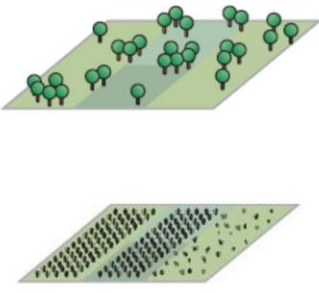


2.3. As LCZs 9BD de Presidente Venceslau e Santo Anastácio

Para considerar a variação da intensidade da ICU_{ucl} , os respectivos pontos rurais de referência foram classificados como LCZ 9BD pela combinação de construções esparsas com vegetação arbórea dispersa e predomínio de vegetação rasteira na cobertura do solo (Quadros 3 e 4).

As construções são de baixo porte, possuem coberturas de telhas cerâmicas, conferindo baixa rugosidade superficial aos dois locais. Possuem função residencial sendo que a superfície é provida de vegetação rasteira (pastagem), utilizada para a prática da pecuária. O fluxo de tráfego é baixo, já que as vias são caracterizadas como estradas rurais ou de acesso local a propriedades rurais.

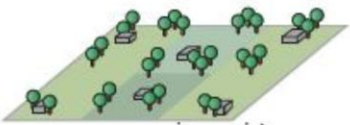
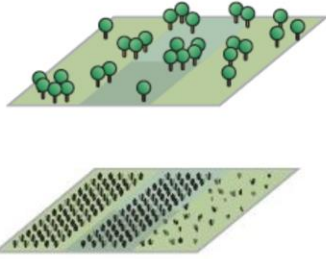


No que se refere às características térmicas do período de análise, apesar das diferenças nos parâmetros geomorfométricos, sobretudo no tocante à orientação de vertente, as médias de temperaturas registradas nestas duas LCZs foram aproximadas tanto no verão como no inverno.

Quadro 3 - Classificação da Zona Climática Local atribuída ao ponto rural de Presidente Venceslau (SP).

LCZ Construções baixas dispersas e vegetação arbórea/rasteira 9BD	
Definição da zona	
<p>Forma construções baixas e pequenas dispersas. Telhado de cerâmica. Árvores espaçadas, predomínio de vegetação rasteira Fluxo baixo de veículos. Função residencial. Localização Distribuição predominante na periferia da cidade.</p>	
Ilustração	
<p><i>Vista oblíqua</i></p> <p>Tipos de cobertura da terra</p> 	
<p><i>Vista lateral</i></p> 	
Propriedades	
<p><i>Altura da rugosidade superficial (alta - média - baixa):</i> baixa</p> <p><i>Fração de superfície impermeável (alta-média-baixa):</i> alta</p> <p><i>Fluxo de tráfego (alto-médio-baixo):</i> baixo</p> <p><i>Temperatura média do ar (verão- inverno):</i> 26°C (Dezembro/2017) 20°C (julho/2017)</p>	

Fonte: Ficha adaptada de Stewart (2011); Cardoso e Amorim (2017). Fonte das imagens: World Imagery (Esri); Google Earth (2020). Elaboração: das autoras (2021).

Quadro 4 - Classificação da Zona Climática Local atribuída ao ponto rural de Santo Anastácio (SP).

LCZ Construções baixas dispersas e vegetação arbórea/rasteira 9BD	
Definição da zona	
<p>Forma construções baixas e pequenas dispersas. Telhado de cerâmica. Árvores espaçadas, predomínio de vegetação rasteira Fluxo baixo de veículos. Função residencial. Localização Distribuição predominante na periferia da cidade.</p>	
Ilustração	
<p><i>Vista oblíqua</i></p> <p>Tipos de construção</p>  <p>Tipos de cobertura da terra</p> 	
<p><i>Vista lateral</i></p>	
Propriedades	
<p><i>Altura da rugosidade superficial (alta - média - baixa): baixa</i></p> <p><i>Fração de superfície impermeável (alta-média-baixa): alta</i></p> <p><i>Fluxo de tráfego (alto-médio-baixo): baixo</i></p> <p><i>Temperatura média do ar (verão- inverno): 26°C (Dezembro/2017) 19,5°C (julho/2017)</i></p>	

Fonte: Ficha adaptada de Stewart (2011); Cardoso e Amorim (2017). Fonte das imagens: World Imagery (Esri); Google Earth (2020). Elaboração: das autoras (2021).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

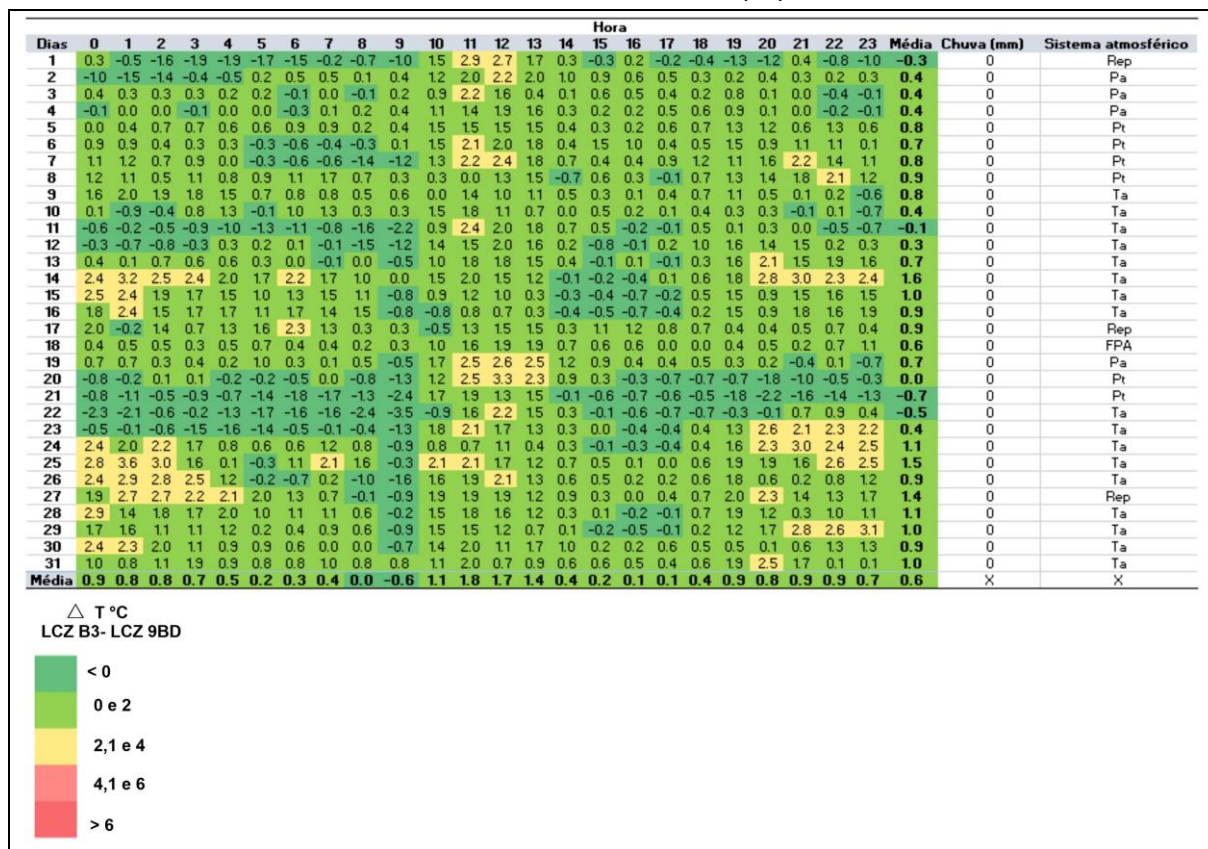
Nesse estudo, a análise foi direcionada a duas residências características de conjuntos habitacionais, de onde presumia-se grande interferência dos ambientes construídos, tanto por sombreamento como por adição de calor.

No mês de julho de 2017 não foi registrada precipitação nos recortes territoriais destacados. A comparação da LCZ 3B de Presidente Venceslau com o seu respectivo entorno rural (LCZ 9 BD) (Figura 3) comprovou maior frequência e duração de ICU_{ucl} de fraca magnitude (até 2°C), no mês de julho de 2017. Tendo declividade mais acentuada e a vertente direcionada ao Sul, verificou-se que esse ponto urbano formou ICU_{ucl} de fraca magnitude, corroborando os resultados de Amorim (2020), que identificou que nesta latitude (22°S), terrenos de declividade acentuada voltados ao Norte são mais propensos a temperaturas maiores do que os que se voltam ao Sul, especialmente no inverno.

Outra característica do mês foram as ilhas de frescor derivadas do efeito sombra dos ambientes construídos no início da manhã, dependendo do ângulo de incidência solar (AMORIM, 2010). O local configurou ilhas de frescor em períodos da tarde e noite, especialmente entre os dias 19 e 23 de julho de 2017, na atuação da massa Polar Atlântica e sua derivação, Polar Atlântica Tropicalizada, quando o rural permaneceu mais aquecido do que o local urbano.

Sob condições regidas pela Massa Tropical Atlântica foram constatadas ICU_{ucl} de moderada magnitude de configuração noturna. A magnitude moderada (entre 2,1 e 4°C) foi presenciada a partir das 20 horas, perdurando até poucas horas antes do amanhecer (nos dias 14, 24, 25, 26), mas também foi identificada em alguns episódios no horário de máxima exposição solar, entre 12 e 14 horas (dias 01, 02, 03, 06, 07, 11, 19, 20, 22, 23, 25 e 26).

Figura 3 - Intensidade e evolução diária da ICU_{ucl} a partir das LCZ B3-LCZ 9BD no mês de julho de 2017 em Presidente Venceslau (SP).

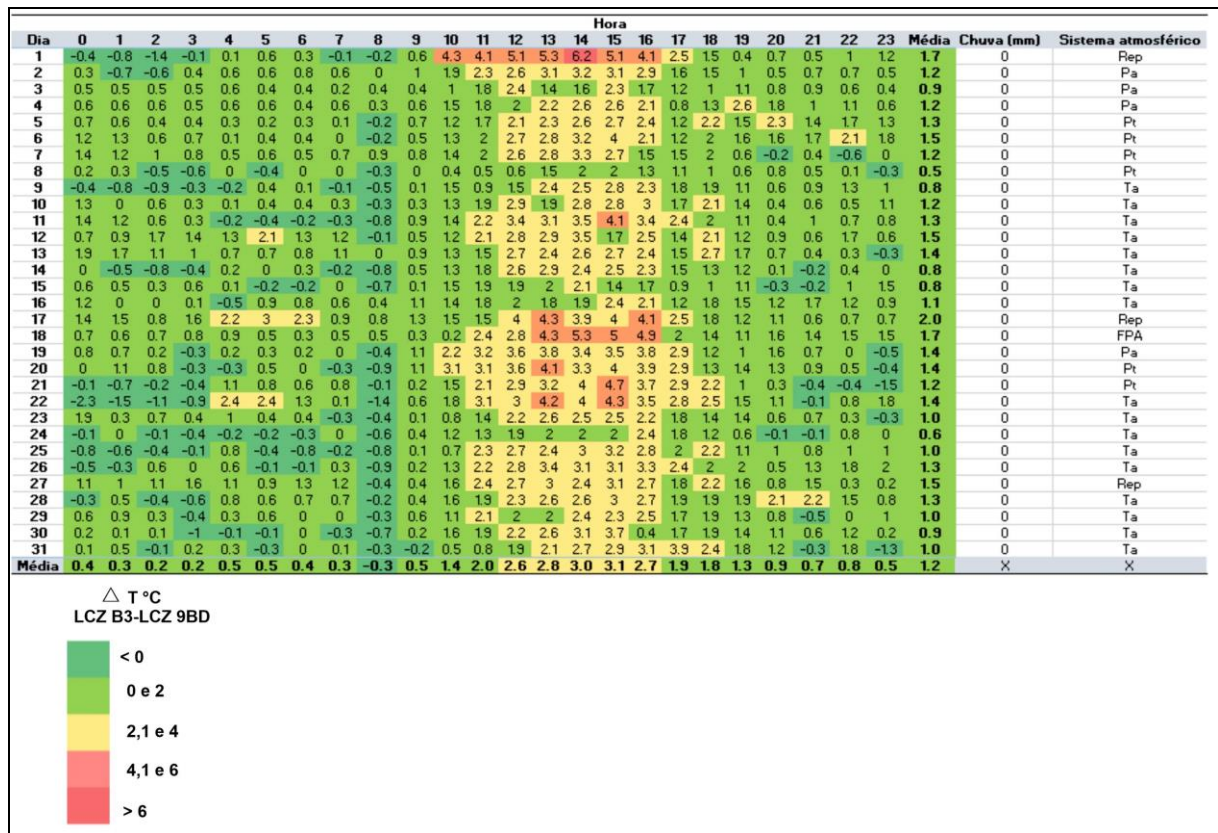


Fonte: Trabalho de campo (2017). Organização: das autoras (2020).

No mesmo mês, diferentemente de Presidente Venceslau, a LCZ 3B de Santo Anastácio, provida de características superficiais semelhantes, apresentou o pico diurno da ICU_{ucl} (Figura 4), cujas magnitudes variaram de moderada, forte a muito forte, registrando, portanto, diferenças entre 4,1 e 6,2°C em relação ao respectivo rural. Sistemas como a Repercussão de frente e a Frente Polar Atlântica criaram condições para os maiores desvios térmicos entre a área urbana e a rural, situações verificadas nos dias 01, 11, 17, 18, 20, 21 e 22 de julho de 2017.

O efeito sombra foi percebido somente entre as 07 e 08 horas, como resposta do ângulo de inclinação solar na hora próxima ao amanhecer. As ICU_{ucl} de fraca magnitude, demarcando diferenças de até 2°C, distribuíram-se em todo o mês tanto no período noturno como nas horas que antecederam ao nascer do sol.

Figura 4 - Intensidade e evolução diária da ICU_{ucl} a partir das LCZ B3-LCZ 9BD no mês de julho de 2017 em Santo Anastácio (SP).



Fonte: Trabalho de campo (2017). Organização: das autoras (2020).

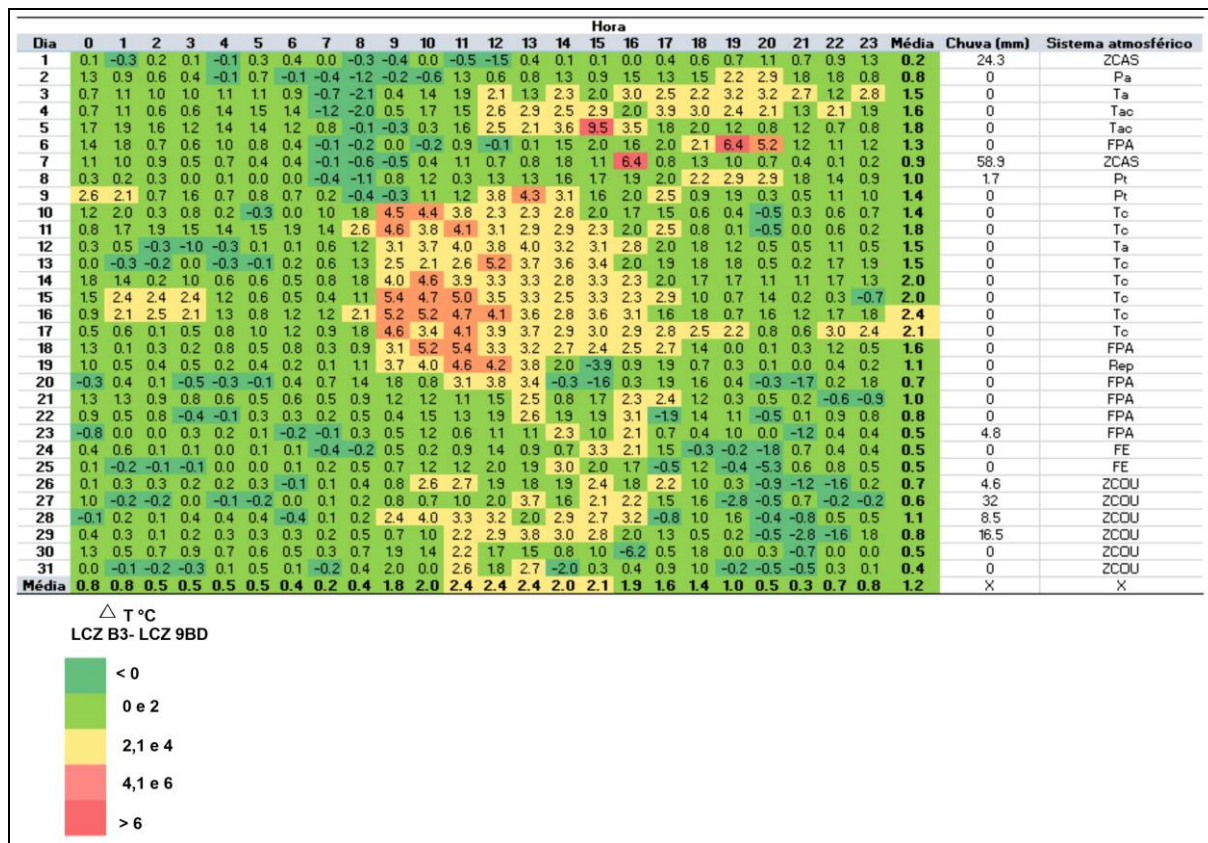
No mês de dezembro, em Presidente Venceslau a LCZ 3B gerou picos diurnos e noturnos da ICU_{ucl} (Figura 5). Observou-se que as maiores intensidades foram antecipadas em relação ao padrão constatado no mês do inverno. A magnitude forte, entre 4,1 e 6°C, foi presenciada em episódios influenciados por sistemas estáveis como a massa Tropical Atlântica, sua derivação continentalizada e da massa Tropical Continental que atuaram nos dias 05, 07 e entre os dias 09 e 17 de dezembro.

A fraca magnitude (entre 0 e 2°C) prevaleceu no período noturno e nas horas próximas ao amanhecer, como também em condições atmosféricas controladas por sistemas úmidos. Intensidades superiores a 6°C sugerem a ocorrência de precipitação restrita ao ponto rural, como constatado no dia 05 de dezembro, quando o ponto urbano assinalou 9,5°C de intensidade em relação ao rural.

O efeito sombra foi constatado no período da manhã entre as 07 e 10 horas, especialmente na primeira dezena do mês, mediante a alternância de sistemas instáveis e estáveis como a ZCAS, Pa, Tac e FPA. Eventos de ilhas de frescor noturnas foram frequentes

nos dias sob ação da Zona de Convergência de Umidade (ZCOU), eventos bem demarcados na última dezena do mês.

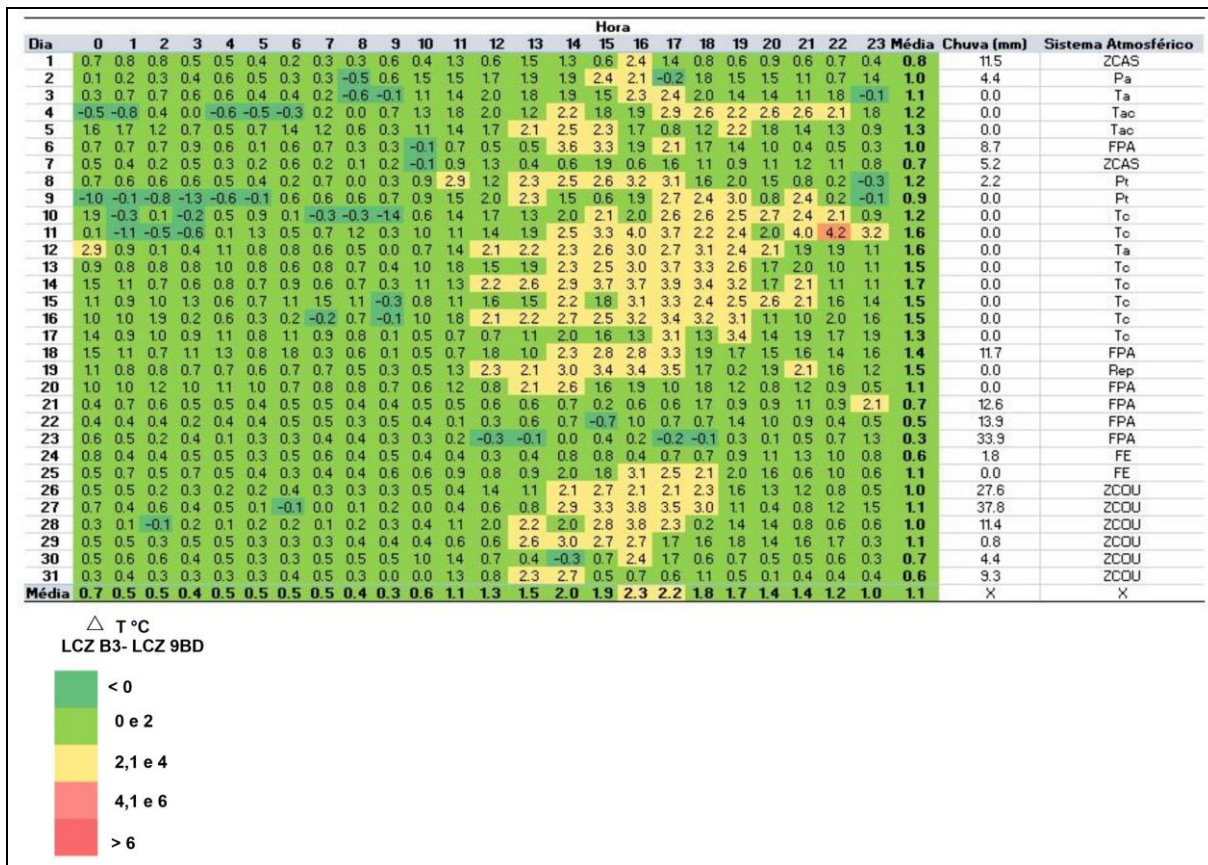
Figura 5 - Intensidade e evolução diária da ICU_{ucl} a partir das LCZ B3-LCZ 9BD no mês de dezembro de 2017, em Presidente Venceslau (SP).



Fonte: Trabalho de campo (2017). Organização: das autoras (2020).

Em dezembro de 2017, a LCZ 3B em Santo Anastácio marcou a prevalência das ICU_{ucl} de fraca magnitude, que teve maior duração nos dias sob influência da Frente Polar Atlântica (Figura 6). O pico da ICU_{ucl} foi diurno, de moderada magnitude (entre 2,1 e 4°C de intensidade B3-) e se estendeu durante algumas horas da noite, como identificou-se entre os dias 04 e 18 de dezembro. Esse local caracterizou um evento de forte magnitude (4,2°C) noturno em 11 de dezembro, padrão de aquecimento presenciado pela atuação persistente da massa tropical atlântica continentalizada (mTac) e da Tropical continental. Em episódios mediados pela ZCOU, configuraram-se as ilhas de frescor. Em baixa frequência identificou-se o efeito sombra, manifestado especialmente na primeira dezena do mês entre as 07 e 10 horas.

Figura 6 - Intensidade e evolução diária da ICU_{ucl} a partir das LCZ B3-LCZ 9BD no mês de dezembro de 2017 em Santo Anastácio (SP).



Fonte: Trabalho de campo (2017). Organização: das autoras (2020).

Esses resultados comprovam que as características urbanas como a densidade construtiva, o tamanho dos lotes, bem como o desenho urbano, por exemplo, atuaram nessas cidades como controles da variação da intensidade da ICU_{ucl} . O efeito de sombreamento pelas edificações no período da manhã, verificado sucessivamente, foi favorecido pelo tamanho dos lotes e a justaposição das residências. Além disso, infere-se que o curso diurno da temperatura pode ter um pico em função da orientação das ruas e fachadas (OKE, 2006) e da variação sazonal do ângulo do azimute solar sobre o plano do horizonte (VAREJÃO-SILVA, 2006). Dessa forma, os pontos urbanos expõem-se a diferentes ângulos de incidência solar no decorrer dos meses.

Apesar de análogas classificações da paisagem na escala local, de localizarem-se na mesma região climática e, sob regência dos mesmos sistemas atmosféricos, infere-se que as características térmicas são díspares entre as LCZs urbanas pelas diferenças entre as superfícies urbanas e rurais de interagir com a radiação, armazenar e transmitir o calor para a atmosfera adjacente à superfície, pelas características próprias dos sítios urbanos e

peculiar metabolismo urbano ou até mesmo por influências climáticas desconhecidas ou não monitoradas nos locais de interesse.

A sucessão dos tipos de tempo (MONTEIRO, 1971) também deve ser considerada, pois a atuação dos sistemas atmosféricos estáveis e instáveis modularam as magnitudes da ICU_{ucl} , com destaque para o período chuvoso (dezembro) marcado por grandes contrastes térmicos entre as áreas urbana e rural, padrão térmico sugestivo de que chuvas localizadas no ponto rural podem ter acontecido em alguns episódios.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar da reconhecida semelhança nas feições superficiais das zonas compactas de baixa elevação identificadas pela forma, função, localização e demais propriedades (rugosidade, permeabilidade, tráfego e temperatura) em Presidente Venceslau e Santo Anastácio, ambas localizadas no Oeste do Estado de São Paulo, ocorreram variações nas respostas térmicas das LCZs determinadas tanto pela influência dos controles urbanos como físicos do ambiente urbano, entre eles as construções, o relevo e a geometria solar do lugar conforme a hora e a estação do ano (OKE *et al.*, 2017).

A influência do relevo no esquema de distribuição das intensidades térmicas foi minimizada pela proximidade das cotas altimétricas, opção metodológica adotada para a pesquisa. Todavia, a orientação das vertentes não pode ser omitida da análise, visto que controla a distribuição solar na superfície e a resposta térmica diurna, revelando importantes particularidades que existem na escala do topoclima (FIALHO, 2021).

A LCZ 3B de Santo Anastácio, localizada em vertente voltada a Leste, sofreu o efeito sombra nos horários ao amanhecer em razão da obstrução da incidência solar pelas edificações do entorno, o que foi frequente no mês de julho (às 08h), mas de ocorrência eventual no mês de dezembro. O pico da ICU_{ucl} foi diurno nos dois meses da análise, variando entre magnitudes moderada e muito forte (2,1° e 6,2°C) e a de fraca magnitude (entre 0,1 a 2°C), predominantemente noturna.

Em Santo Anastácio, o pico da ICU_{ucl} não foi coincidente nos meses analisados, sendo que dezembro caracterizou-se pela manifestação diurna (moderada, forte e muito forte magnitude), enquanto que em julho, registrou o fenômeno noturno e de moderada magnitude em episódios isolados. Na variação temporal, a LCZ 3B de Santo Anastácio

retardou a manifestação da ICU_{ucl} moderada a forte magnitude ($2,1^{\circ}$ a $4,2^{\circ}C$) no mês de dezembro, quando passou a ser constatada no período noturno, aproximando-se mais do padrão clássico noturno (OKE, 1987).

Para a LCZ 3B de Presidente Venceslau, as diferenças de padrões entre os meses de julho e dezembro explicam-se pela vertente voltada ao Sul, em concordância com os estudos de Amorim (2020). Verificou-se que as ICU_{ucl} foram antecedentes na LCZ 3B de Presidente Venceslau, que manifestou no mês de dezembro o pico noturno do fenômeno em condições atmosféricas estáveis (T_a , T_c e T_c), diferentemente do que ocorreu no mês de julho e na sua equivalente feição de Santo Anastácio.

Em Presidente Venceslau, infere-se que a vertente direcionada ao Sul e o ângulo de incidência solar podem ter favorecido a obstrução da radiação solar pela edificação explicando a ocorrência do efeito sombra, enquanto que a atuação de sistemas como mPa e a mPt justificaram a configuração de ilhas de frescor, notadamente no inverno (julho), corroborando que vertentes voltadas ao Sul são menos aquecidas nesse período (AMORIM, 2020). Nesta LCZ, a semelhança de padrões térmicos entre os meses de julho e dezembro verificou-se a partir da manifestação das ICU_{ucl} de fraca magnitude no período noturno.

Comparando o par de zonas compactas de baixa elevação (LCZ 3B), a semelhança dos padrões térmicos encontrou-se na formação da ICU_{ucl} de fraca magnitude e duração noturna. Além disso, em dezembro, ambas apresentaram pico diurno da ICU_{ucl} , sugerindo que o período do verão potencializa os efeitos da urbanização e anula os efeitos da orientação da vertente.

Diferentemente, no inverno, o relevo e o ciclo sazonal da radiação favorecem e acentuam o efeito da ilha de frescor, como constatado na LCZ 3B de Presidente Venceslau, posicionada em vertente Sul.

Em concordância com a forma de classificação adotada, estudos aplicados às cidades de médio e pequeno porte do ambiente tropical confirmam a moderada e forte magnitudes da ICU_{ucl} em classes de paisagens compactas (CARDOSO; AMORIM, 2017; DORIGON, 2019; PINTON *et al.*, 2021). Além disso, reforçam a importância de se considerar os parâmetros climáticos para avaliar a habitabilidade e a qualidade de vida urbana, podendo compor um conjunto de medidas aplicáveis ao planejamento urbano e no nível da arquitetura. Mesmo com esse reconhecimento, o que se presencia nessas e em outras cidades do ambiente

tropical é a incorporação restrita dessas informações devido, sobretudo, à ausência de dados ou à dificuldade de comunicação entre cientistas e planejadores (ANJOS, 2018).

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pelo apoio financeiro concedido por meio de bolsa de doutorado e reserva técnica (PROCESSO N° 2015/26224-8), fundamentais para a execução do projeto.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão das bolsas de estudo de doutorado (PROCESSO 140607/2016-1) e de Pós-Doutorado Júnior (Processo N° 151597/2020-0).

À Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia, campus Presidente Prudente e ao Grupo de Pesquisa Interações na superfície terrestre, água e atmosfera – GAIA- pelo apoio institucional.

REFERÊNCIAS

AMORIM, M. C. de C. T. A produção do clima urbano em ambiente tropical: o exemplo de Presidente Prudente (SP). **Revista GeoNorte**, v. 2, p. 52-64, 2012.

AMORIM, M. C. de C. T. Climatologia e gestão do espaço urbano. **Mercator**, número especial, v.9, n. 1, p. 71-90, 2010. Edição especial. Disponível em: <http://www.mercator.ufc.br/mercator/article/view/534>. Acesso em 15 fev. 2022.

AMORIM, M. C. de C. T. **Ilhas de calor em cidades tropicais de médio e pequeno porte: teoria e prática**. Curitiba: Appris, 2020.

ANJOS, M. **Orientações climáticas e planejamento urbano: A experiência de Aracaju**. Beau Bassin: Novas Edições Acadêmicas, 2018.

CARDOSO, R.; AMORIM, M. Estimativa da distribuição espacial da temperatura do ar com base em zonas climáticas locais (LCZ) e modelos de regressão. **Revista de Geografia e Ordenamento do Território (GOT)**, Centro de Estudos de Geografia e Ordenamento do Território, n. 12, p. 75-99, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.17127/got/2017.12.004>

DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA (Brasil). **Banco de dados hidrológicos**. São Paulo: Portal do Departamento de Águas e Energia Elétrica, 2018. Disponível em: <http://www.hidrologia.daee.sp.gov.br>. Acesso em: 16 out. 2018.

DORIGON, L. P. **As ilhas de calor urbanas em Jundiaí-SP**. 2019. Tese (Doutorado em Geografia). Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2019. 147p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (Brasil). Centro Nacional de Pesquisa de solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de solos**. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 2009.

FERNÁNDEZ GARCÍA, F. **Manual de climatologia aplicada**: clima, medio ambiente y planificación. Madrid: Síntesis, 1996.

FIALHO, E. S. Estudos climáticos em sítios urbanos e rurais. In: SILVA, C. A.; FIALHO, E. S. (org.). **Concepções e ensaios da climatologia geográfica**. Dourados: UFGD, 2012. *E-book*. p. 83-114.

FIALHO, E. S. Topoclimatologia: estudo de caso do *transect* ponte nova-ubá, na zona da mata mineira. **Humboldt**: Revista de Geografia Física e Meio Ambiente, Rio de Janeiro, n. 2, p. 1-34, 2021.

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

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Presidente Venceslau**. [2020]. Estimativa populacional 2020. Sinopse. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/presidente-venceslau/panorama>. Acesso em: 02 jun. 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Santo Anastácio**. [2017]. Estimativa populacional 2020. Sinopse. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/santo-anastacio/panorama>. Acesso em: 02 jun. 2021.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (Brasil). **Boletim Técnico**. Disponível em: <http://tempo.cptec.inpe.br/boletimtecnico/pt>. Acesso em: 06 jan. 2019.

MENDONCA, F. Clima e Planejamento urbano em Londrina - proposição metodológica e de intervenção urbana a partir do estudo do campo térmico. In: MONTEIRO, C. A. F.; MENDONCA, F. (org.). **Clima urbano**. São Paulo: Contexto, 2003. p. 93-120.

MONTEIRO, C. A. de F. **Análise Rítmica em Climatologia**: problemas da atualidade climática em São Paulo e achegas para um programa de trabalho. São Paulo: IGEOG/USP, 1971.

MONTEIRO, C. A. de F. **Dinâmica climática e as chuvas no Estado de São Paulo**: estudo geográfico na forma de atlas. São Paulo: Instituto de Geografia, 1973. 130 p.

MONTEIRO, C. A. de F. **Teoria e Clima Urbano**. São Paulo: IGEOG/USP, 1976. (Série Teses e Monografias).

OKE, T. R. **Boundary Layer Climates**. 2ª ed. London: Methuen & Ltd. A. Halsted Press Book, John Wiley & Sons, New York, 1987.

OKE, T. R. *et al.* **Urban climates**. Cambridge: Cambridge University Press, 2017.

OKE, T. R. Siting and exposure of meteorological instruments at urban sites. *In: NATO/CCMS International Technical Meeting on Air Pollution Modelling and its Application*, Canadá: Banff, n. 27, p. 1-14, 2004. Disponível em: <http://urban-climate.com/ITM04-Oke.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2016.

ORTIZ-PORANGABA, G. F. **O clima urbano das cidades do interior do estado de São Paulo: uma análise do campo térmico de Assis, Cândido Mota, Maracá e Tarumã.** 2015. Tese (Doutorado em Geografia) - Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2015.

PINTON, L. G. *et al.* Magnitudes do fenômeno da ilha de calor urbana em Sacramento (MG): Perspectivas de aplicação do sistema das zonas climáticas locais em cidade de pequeno porte. **Caminhos de Geografia**: Instituto de Geografia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, n. 79, p. 161-179, 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.14393/RCG227953890>.

PITTON, S. E. C. **As cidades como indicadores de alterações térmicas.** 1997. Tese (Doutorado em Geografia Física) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.

RIZWAN, A. M. *et al.* A review on the generation, determination and mitigation of Urban Heat Island. **Journal of Environmental Sciences**, n. 20, p. 120-128, 2008. DOI: [10.1016/s1001-0742\(08\)60019-4](https://doi.org/10.1016/s1001-0742(08)60019-4)

SANT'ANNA NETO, J. L.; TOMMASELLI, J. T. G. **O tempo e o clima de Presidente Prudente.** Presidente Prudente: FCT/UNESP, 2009.

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. Disponível em: <https://journals.ametsoc.org/doi/pdf/10.1175/BAMS-D-11-00019.1>. Acesso em: 02 jun. 2021.

TEIXEIRA, D. C. F. **O clima urbano das cidades do oeste Paulista: análise do perfil térmico de Presidente Venceslau, Santo Anastácio e Álvares Machado, Brasil.** Tese de Doutorado em Geografia - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Presidente Prudente-SP, 2019. 238p.

UGEDA JUNIOR, J. C. **Clima urbano e planejamento na cidade de Jales/SP.** 2012. Tese (Doutorado em Geografia) - Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2012.

VAREJÃO-SILVA, M. A (org). **Meteorologia e climatologia.** Versão digital 2. Recife: Pernambuco, 2006. Disponível em: https://icat.ufal.br/laboratorio/clima/data/uploads/pdf/METEOROLOGIA_E_CLIMATOLOGIA_VD2_Mar_2006.pdf. Acesso em 15 fev. 2022.