2020 ENTAC
XVIII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído
Futuro da Tecnologia do Ambiente Construído e os Desafios Globais
Porto Alegre, 4 a 6 de novembro de 2020

A RELAÇÃO ENTRE AS ZONAS CLIMÁTICAS LOCAIS (LCZ) E AS ILHAS DE CALOR EM BELÉM-PA

PORTO, Aline L. G. (1); MAUÉS, Luís M. (2); PEDRINI, A. (3); SOUSA, Luis O. A. (4); RABELO, Milena L. G. (5)

(1) Universidade Federal do Pará, alineporto@hotmail.com
(2) Universidade Federal do Pará, maues@ufpa.br
(3) Universidade Federal do Rio Grande do Norte, apedrini@gmail.com
(4) Universidade Federal do Pará, octavious08@hotmail.com
(5) Centro Universitário do Pará, mimilopesrabelo@gmail.com

RESUMO

As ilhas de calor urbanas (ICU) são umas das alterações climáticas mais evidentes em decorrência ao processo de urbanização, este fenômeno já pode ser constatado na cidade de Belém através de outros estudos, e este trabalho corrobora essa existência através da elaboração de mapa termal a partir de dados obtidos por imagem de sensoriamento remoto, mais precisamente do satélite Landsat 8. A presente pesquisa propõe a aplicação do sistema denominado "Zonas Climáticas Locais" (LCZ), com o objetivo de enquadrá-las em áreas de maior e menor temperaturas, e relacionar a morfologia urbana com o clima da cidade e a formação de ICUs.

Palavras-chave: *Ilha de calor urbana, Sensoriamento remoto, Zonas climáticas locais, morfologia urbana.*

ABSTRACT

The urban heat islands (ICU) are one of the most evident changes due to the urbanization process, this phenomenon can already be seen in the Belém through other studies, and this work corroborates this use during the study of the thermal map a from data captured by remote sensing image, more precisely from the Landsat 8 satellite. This research calls for the application of the system called "Local Climate Zones" (LCZ), with the objective of showing the areas of higher and lower averages, and to relate urban morphology with the city's climate and the formation of ICUs.

Keywords*: Urban heat island, Remote sensing, Local climatic zones, urban morphology.*

1 INTRODUÇÃO

O ser humano vem deixando sua marca no espaço geográfico por onde passa, modificando o equilíbrio dos diversos sistemas ambientais, provocando problemas como, o aumento das temperaturas médias do ar, o desconforto térmico, e a

formação de ilhas de calor urbanas (ICU) (SANTOS *et al,* 2012). Corrêa, Corrêa, & Andrade (2012) corroboram essa análise ao mencionar as modificações urbanas causadas pela ação antrópica, como a remoção da cobertura vegetal, a impermeabilização do solo através de camadas de concreto ou asfalto, estas duas ações impedem o escoamento da água pluvial, a evaporação da água do solo, e consequente, redução da umidade relativa do ar.

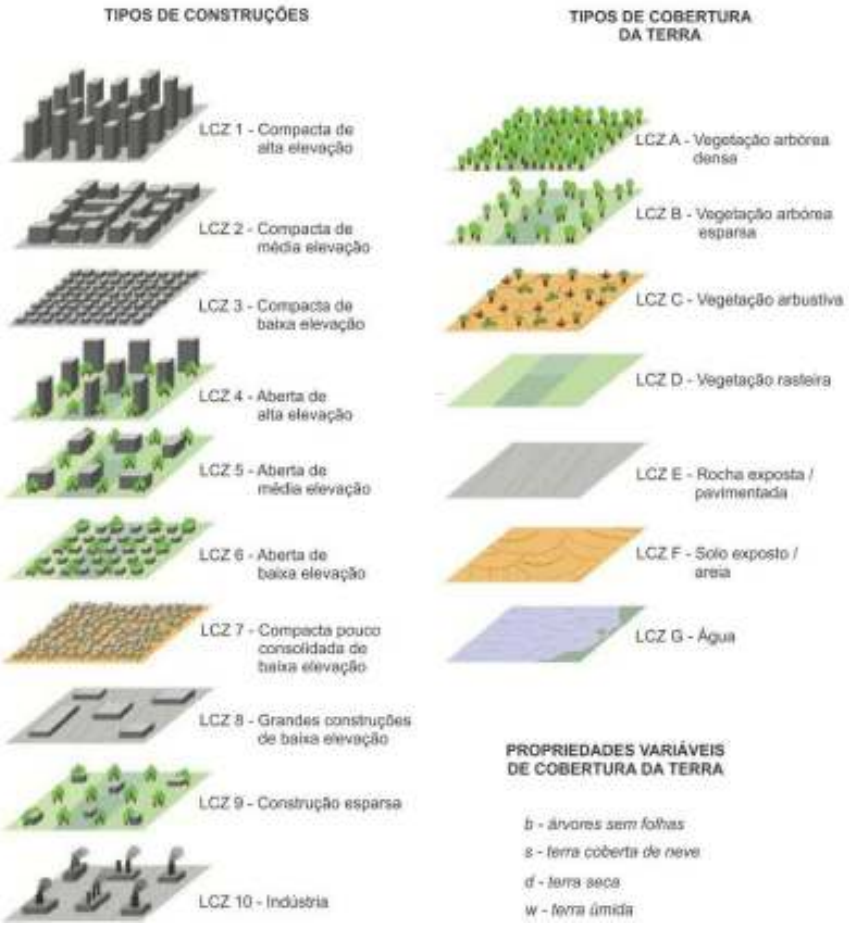
Sobre os materiais de cobertura do solo, Romero (2019) afirma que cada material possui características próprias, como os padrões de refletividade total ou de albedos que irão interferir na absorção de radiação, e a consequente emissão de calor para a superfície. Essas características fazem com que as cidades apresentem padrões diferentes entre si, e até mesmo diferenças dentro da mesma cidade. Para Vianna (2018), estas características de forma isolada não são suficientes para evidenciar a ocorrência de ilhas de calor, porém, quando correlacionadas podem decifrar a maneira que este fenômeno ocorre em cada cidade. Por fim, a redução da qualidade do ar e elevação das temperaturas externas implicam na redução do potencial de aproveitamento da ventilação natural no espaço construído, aumentando ainda mais a dependência de sistemas artificiais de condicionamento nas edificações.

A análise urbana ganhou como aliada as técnicas de geoprocessamento, inclusive, no estudo do microclima urbano, como destaca Grimmond *et al.* (2010). Entre as ferramentas que compõe o geoprocessamento está a obtenção de dados termais, como apontam Corrêa et al.(2012), o uso de satélites é uma das formas de se obter a temperatura da superfície terrestre, oferecendo visões de diferentes escalas e tempo. As imagens geradas por satélite podem identificar as ilhas de calor, sendo uma alternativa à forma convencional de medição que é através de registros em pontos fixos a partir de transectos móveis.

Para Voogt e Oke (1997)as condições de superfície (cobertura do solo, topografia atividades antrópicas) e os controladores atmosféricos são os causadores das Ilhas de Calor Urbanas, Vianna (2018) complementa como outro fator a elevada capacidade de armazenamento de calor dos materiais das edificações.

Convencionalmente, a abordagem local ao fenômeno de ilha de calor se divide em urbano e rural, porém, Stewart e Oke (2012) após concluirem que essa forma de classificação limitava o avanço nos estudos sobre ilha de calor, propuseram o sistema de classificação denominado "Local Climates Zone" (LCZ), ou Zonas Climáticas Locais, onde as áreas da cidade são divididas e agrupadas pelo grau de verticalização, adensamento, material e cobertura do solo (Figura 1), totalizando 17 zonas, divididas em dois grupos. O tipo de construção afeta o clima local através, principalmente, da modificação do fluxo de ar; já a cobertura do solo modifica, principalmente, o albedo. As Zonas foram divididas a partir de propriedades que influenciam o clima na camada do dossel urbano. O intuito deste sistema é facilitar os estudos referentes à ICU através da padronização do comportamento climático de cada zona.

Figura 1 - Sistema de classificação da paisagem através de zonas climáticas locais (LCZ)



Fonte: Adaptado de Stewart e Oke (2012)

O presente artigo tem como objetivo analisar a relação das Ilhas de Calor Urbanas (com enfoque na temperatura de superfície) com as Zonas Climáticas Locais na cidade de Belém, através do comparativo entre quatro áreas que apresentam maior temperatura e quatro áreas com menor temperatura. Pois acredita-se que tal entendimento pode contribuir com intervenções pontuais, modificando positivamente o campo térmico da cidade.

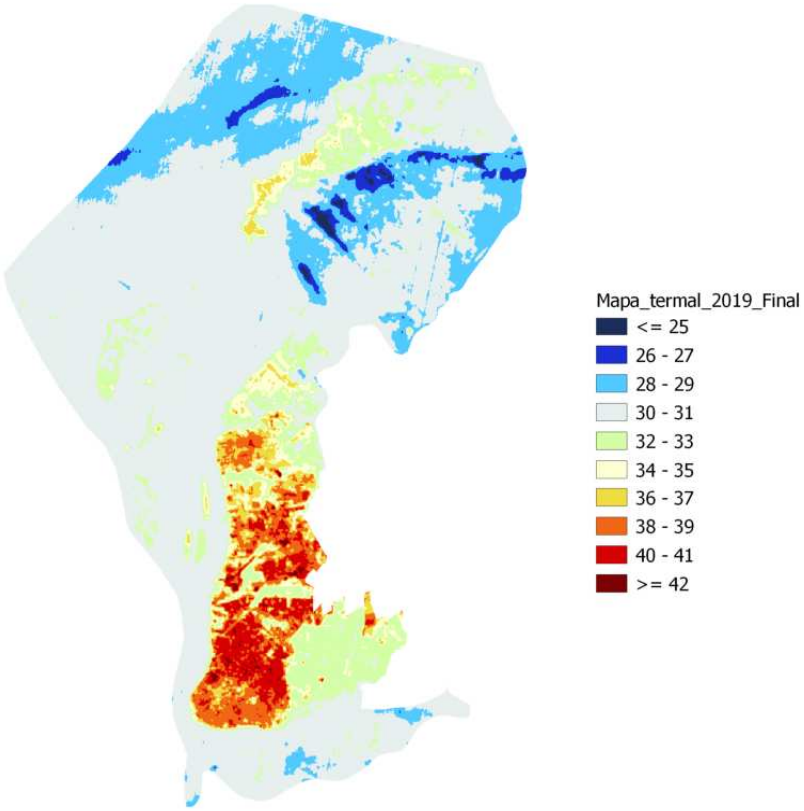
2 METODOLOGIA

Para a elaboração do mapa termal serão operadas imagens Landsat 8, obtidas em 26 de junho de 2019, hora não informada, com 20% de cobertura de nuvem, disponibilizadas no site da USGS (*United States Geological Survey)*, a banda selecionada foi a banda 10, sensor TIRS, com resolução espacial 100 metros.
Para obtenção do recorte da área da cidade de Belém, utilizou-se o shapefile disponibilizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2020) que foi aplicado sobre a imagem obtida do Landsat e recortado. O software utilizado foi o QGIS para o tratamento das imagens. Para a obtenção da imagem termal empregou-se a metodologia de cálculo raster proposta por Coelho e Correa (2013), com a seguinte fórmula:

TC= (1321.08/Ln(774.89/(3.3420E-04*"banda10.tif"+ 0.10000)+1))-273.15 (1)

Onde "banda10.tif" foi substituído pelo arquivo de imagem do Landsat com recorte apenas da cidade de Belém.
Após esse processo, as propriedades da imagem gerada foram modificadas, com utilização de falsa cor, com as cores categorizadas por média de temperatura, divididas em 10 categorias: <= 25ºC; 26 ºC à 27ºC; 28ºC à 29ºC; 30 ºC à 31ºC; 32 ºC à 33ºC; 34ºC à 35ºC; 36 ºC à 37ºC; 38 ºC à 39ºC; 40 ºC à 41ºC; >= 42. A categorização da temperatura foi feita utilizando os dados fornecidos por Corrêa (2011). O mapa produzido resulta em uma escala de cores, onde cada cor representa uma média de temperatura, gerando o seguinte mapa (Figura 2).

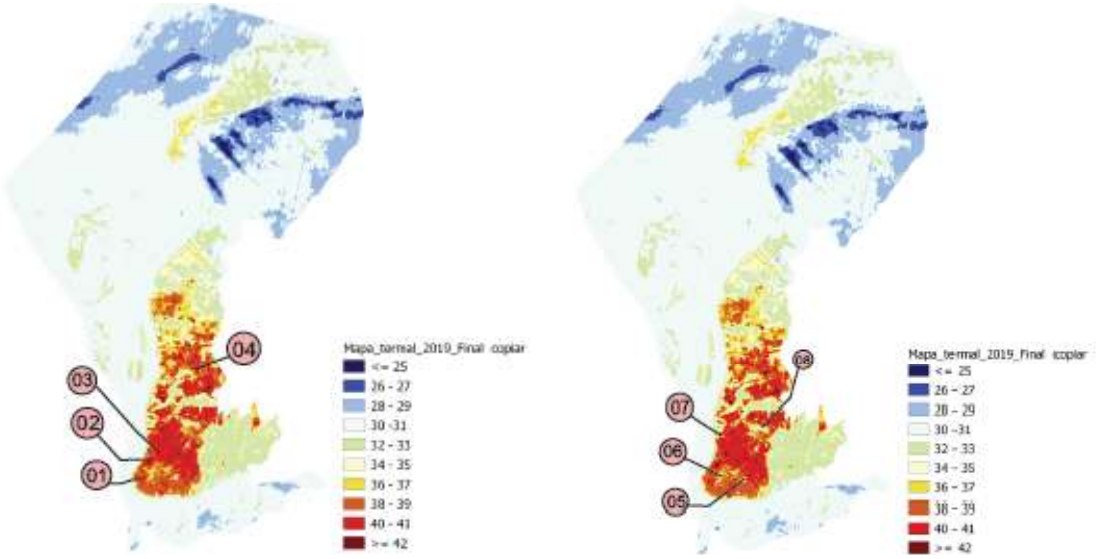
Figura 2 – Mapa de termal de Belém, ano 2019.



Fonte: autores, 2020

Foram selecionadas as áreas urbanas que apresentaram maior e menor temperatura (Figura 3). Considerando que a cidade de Belém possui ilhas, e extensas áreas de mata preservada, optou-se por escolher áreas dentro do perímetro urbano, com habitações, pois, acredita-se que torna este trabalho mais relevante na área de construção civil.

Figura 3 – Áreas com maior e menor temperatura, respectivamente, selecionadas para análise.



Fonte: autores, 2020

A elaboração do mapa com as zonas climáticas locais de Belém baseou-se em metodologia descrita por Stewart e Oke (2012), a partir destas premissas, e da interpretação visual utilizando imagens do Google Earth, obteve-se as classe das LCZs.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O Quadro I sintetiza qual Zona Climática Local estão enquadradas as áreas que apresentaram maiores temperaturas, e as suas principais características.

Quadro I – Descrições das LCZ das áreas com maior temperatura

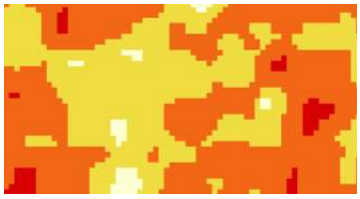
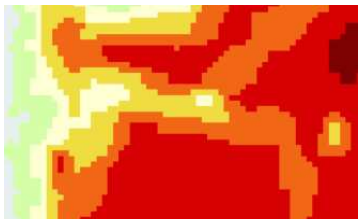
ÁREA	COORDENADA	VISTA COM TEMPERATURA APLICADA	VISTA AÉREA	LCZ
01	1°27'39.84"S 48°29'48.51"O			LCZ 1$_{3E}$ - Compacta de alta e baixa elevação
	Forma: Densamente construída, com poucos espaços vazios. Edifícios de baixa e alta elevação. Materiais de construção pesados (concreto, aço, tijolo e vidro) e telhados de cerâmica, telhas metálicas e telhas de fibrocimento. Cobertura da terra na maior parte impermeável, com poucas árvores. Fluxo de tráfego alto. ***Função:*** Residencial e comercial. ***Localização:*** Área central da cidade.			

02	1°26'43.79"S 48°29'30.08"O			LCZ 2_{3E} - Compacta de média e baixa elevação
	Forma: Densamente construída, com poucos espaços vazios. Com edifícios de média e baixa elevação. Materiais de construção pesados (concreto, aço, tijolo e vidro) e telhados de cerâmica, telhas metálicas, telhas de fibrocimento e lajes em concreto. Cobertura da terra na maior parte impermeável, com poucas árvores, presença de corpo d'água. Fluxo de tráfego alto. ***Função:*** Residencial, institucional e comercial. ***Localização:*** Área central da cidade			
03	1°26'3.63"S 48°29'1.76"O			LCZ 2_{3E} - Compacta de média e baixa elevação
	Forma: Densamente construída, com poucos espaços vazios. Com edifícios de média e baixa elevação. Materiais de construção pesados (concreto, aço, tijolo e vidro) e telhados de cerâmica, telhas metálicas e telhas de fibrocimento. Cobertura da terra na maior parte impermeável, com poucas árvores. Fluxo de tráfego alto. ***Função:*** Residencial e comercial. ***Localização:*** Periferia da cidade			
04	1°21'40.10"S 48°26'52.34"O			LCZ 2_{3E} - Compacta de média e baixa elevação
	Forma: Densamente construída, com poucos espaços vazios. Com edifícios de média e baixa elevação. Materiais de construção pesados (concreto, aço, tijolo e vidro) e telhados de cerâmica, telhas metálicas e telhas de fibrocimento. Cobertura da terra na maior parte impermeável, com poucas árvores. Fluxo de tráfego alto. ***Função:*** Residencial e comercial. ***Localização:*** Periferia da cidade			

Fonte: Autores, 2020

O Quadro II apresenta de forma sintetizada qual Zona Climática Local estão enquadradas as áreas que apresentaram menores temperaturas, e as suas principais características.

ÁREA	COORD.	VISTA COM TEMPERATURA APLICADA	VISTA AÉREA	LCZ
05	1°27'36.95"S 48°28'2.52"O			LCZ 3_{6B} - Compacta de baixa elevação e aberta de baixa elevação
	Forma: *Em algumas áreas é d*ensamente construída, com poucos espaços vazios, com edifícios de			

	baixa elevação. Materiais de construção leves e pesados (madeira, concreto, aço, tijolo e vidro) e telhados de cerâmica e telhas de fibrocimento. Cobertura da terra na maior parte impermeável, com poucas árvores. Outra parte da área é aberta de baixa elevação, com cobertura arbórea esparsa. Fluxo de tráfego leve. ***Função:*** Residencial e institucional. ***Localização:*** Área periférica da cidade.			
06	1°27'11.39"S 48°29'22.15"O			LCZ 1_{239B-} Compacta de média e baixa elevação
	Forma: *Em algumas áreas d*ensamente construída, com poucos espaços vazios. Com edifícios de alta, média e baixa elevação. Materiais de construção pesados (concreto, aço, tijolo e vidro) e telhados de cerâmica, telhas metálicas, telhas de fibrocimento e lajes em concreto. Cobertura da terra na maior parte impermeável, com presença de árvores. Outra parte da área é aberta com construções esparsas, e cobertura arbórea esparsa. Fluxo de tráfego alto. *Função:* **Residencial, institucional e comercial.** *Localização:* **Área central da cidade.**			
07	1°25'10.12"S 48°29'17.21"O			LCZ 3_{A-} Compacta baixa elevação
	Forma: Densamente construída, com poucos espaços vazios em sua grande maioria. Com edifícios de baixa elevação. Materiais de construção pesados e leves (madeira, concreto, aço, tijolo e vidro) e telhados de cerâmica e telhas de fibrocimento. Cobertura da terra em parte impermeável, com poucas árvores, e em outra parte permeável com cobertura arbórea densa, possui corpo d'água. Fluxo de tráfego leve. *Função:* **Residencial** *Localização:* **Periferia da cidade**			
08	1°24'29.74"S 48°28'4.91"O			LCZ 2_{3A-} Compacta de média e baixa elevação
	Forma: Densamente construída, porém apresenta espaços vazios. Com edifícios de média e baixa elevação. Materiais de construção pesados (concreto, aço, tijolo e vidro) e telhados de cerâmica, telhas metálicas e telhas de fibrocimento. Cobertura da terra em parte impermeável, com poucas árvores, e em outra parte permeável com cobertura arbórea densa. Fluxo de tráfego moderado. *Função:* **Residencial e institucional.** *Localização:* **Periferia da cidade**			

Fonte: Autores, 2020

A diferença de temperatura entre as áreas que apresentaram maior e menor temperatura chega a 7ºC. Ao se comparar com as LCZ definidas, percebe-se que as que apresentam áreas com espaços vazios e cobertura arbórea são as que se localizam nas áreas com menor temperatura.

No caso das áreas que apresentaram temperaturas mais elevadas, observou-se que o ponto com maior temperatura (o pico da ilha de calor) possui construções com

coberturas metálicas, material, este, que possui elevado albedo. Já o caso das áreas com menores temperaturas, observou-se que os pontos com menor intensidade de calor são os com cobertura do solo compostas por vegetação, ou corpos d'água.

4 CONCLUSÕES

O presente estudo mostrou que a divisão da cidade em Zonas Climáticas Locais facilitou a análise de ilha de calor. E ao enquadrar as áreas destacadas com maior e menor temperatura em LCZs, confirmou-se que a morfologia urbana interfere no clima da cidade, produzindo ilhas de calor no meio urbano.
Acredita-se que o presente estudo virá a contribuir com estudos referentes ao clima urbano de cidades tropicais, e até mesmo na elaboração de estratégias para a mitigação de impactos indesejáveis das mudanças climáticas decorrentes a morfologia urbana.

REFERÊNCIAS

COELHO, A. L. N.; CORREA, W. DE S. C. **Temperatura De Superfície Celsius Do Sensor Tirs/Landsat-8: Metodologia E Aplicações**. Revista Geográfica Acadêmica, v. 7, n. 1, p. 31, 2013.

CORRÊA, L. V. **Análise dos efeitos térmicos de superfície na cidade de Belém –Pará-Brasil utilizando imagens de satélite.** Universidade Federal do Pará, 2011.

CORRÊA, P. B.; CORRÊA, J.; ANDRADE, S. **Análise da temperatura de superfície da área urbana de santarém através de imagens termais do landsat 5**. Revista Geonorte, v. 2, p. 714–722, 2012.

GRIMMOND, C. S. B. *et al.* The international urban energy balance models comparison project: First results from phase 1. **Journal of Applied Meteorology and Climatology**, v. 49, n. 6, p. 1268–1292, 2010.

IBGE INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Bases cartográficas.** Rio de Janeiro: IBGE, 2020. Disponível em: <ftp://geoftp.ibge.gov.br/organizacao_do_territorio/malhas_ territoriais/malhas_municipais/municipio_2018/UFs/PA/pa_municipios.zip>.Acesso em: 10 Jun. 2020.

ROMERO, M. A. B. *et al.* **MUDANÇAS CLIMÁTICAS E ILHAS DE CALOR URBANAS**. 1◦ ed. Brasilia: 2019

SANTOS, J. S. DOS *et al.* **Campo Térmico Urbano e a sua Relação com o Uso e Cobertura do Solo em Cidade Tropical Úmida.** Revista Brasileira de Geografia Física, v. 03, p. 540–557, 2012.

STEWART, I. D.; OKE, T. R. **Local Climate Zones for Urban Temperature Studies**. Bull. Amer. Meteor. Soc., 93, p. 1879–1900, 2012.

VIANNA, E. O. **O CAMPO TÉRMICO URBANO – Ilhas de Calor em Brasília DF**. [s.l.] Universidade de Brasília, 2018.

VOOGT, J. A.; OKE, T. R. Complete Urban Surface Temperatures. **JOURNAL OF APPLIED METEOROLOGY**, p. 1117–1132, 1997.