ENTRELUGAR

EPISÓDIO DO CLIMA URBANO EM SÃO CARLOS/SP EM SITUAÇÃO SAZONAL DE OUTONO EM 2014: MODELAGEM DA ILHA DE CALOR URBANA.

EPISODE OF URBAN CLIMATE IN SÃO CARLOS/SP IN SEASONAL AUTUMN SITUATION IN 2014: MODELING OF URBAN HEAT ISLAND

EPISODIO DEL CLIMA URBANO EN SAN CARLOS/SP EN SITUACIÓN SAZONAL DE OTOÑO EN 2014: MODELADO DE LA ISLA DE CALOR URBANA

Camila Riboli Rampazzo
Geógrafa
Programa de Pós-graduação em Geografia da Universidade Estadual Paulista
camila.rampazzo@hotmail.com

João Lima Sant'Anna Neto
Geógrafo
Departamento de Geografia da Universidade Estadual Paulista
joaolima@fct.unesp.br

Resumo: Entendido como um dos principais problemas ambientais, o clima urbano resulta das alterações no clima local associadas ao processo de urbanização, sobretudo pelas transformações na ocupação do solo e a retirada da cobertura vegetal e sua substituição por materiais construídos. As ilhas de calor ou bolsões de ar quente que se formam sobre a superfície é um fenômeno recorrente nas cidades e sua identificação, intensidade e representação espacial é fundamental para as análises dos problemas ambientais e urbanos. Deste modo, este artigo apresenta a análise de um episódio do clima urbano em situação sazonal de outono a partir de transectos móveis e procedimentos estatísticos para a modelagem da ilha de calor em função das categorias geográficas em estudo aplicado a São Carlos/SP. A metodologia se mostrou robusta e as diferenças térmicas foram superiores a 5°C de intensidades distribuídas espacialmente

em função do padrão construtivo, áreas densamente edificadas e aos locais pouco arborizados.

Palavras-chave: Clima Urbano, Ilha de Calor Urbana, Temperatura do ar, Modelagem Geoestatística, São Carlos/SP.

Abstract: Understood as one of the main environmental problems, the urban climate results from the changes in the local climate associated with the urbanization process, mainly by the transformations in the occupation of the soil and the removal of the vegetal cover and its replacement by constructed materials. The islands of heat or pockets of hot air that form on the surface is a recurring phenomenon in cities and their identification, intensity and spatial representation is fundamental for the analysis of environmental and urban problems. thus, this article presents the analysis of an episode of the urban climate in seasonal autumn situation from mobile transects and statistical procedures for the modeling of the heat island according to the geographic categories studied in São Carlos/SP. The methodology was robust and the thermal differences were superior to 5°C of spatially distributed intensities due to the constructive pattern, densely built areas and the little wooded areas.

Key-words: Urban Climate; Urban Heat Island; Air Temperature; Geostatistical Modeling; São Carlos/SP.

Resumen: Entendido como uno de los principales problemas ambientales, el clima urbano resulta de las alteraciones en el clima local asociadas al proceso de urbanización, sobre todo por las transformaciones en la ocupación del suelo y la retirada de la cobertura vegetal y su sustitución por materiales construidos. Las islas de calor o bolsones de aire caliente que se forman sobre la superficie es un fenómeno recurrente en las ciudades y su identificación, intensidad y representación espacial es fundamental para los análisis de los problemas ambientales y urbanos. De este modo, este artículo presenta el análisis de un episodio del clima urbano en situación sazonal de otoño a partir de transectos móviles y procedimientos estadísticos para el modelado de la isla de calor en función de las categorías geográficas en estudio aplicado a São Carlos/SP. La metodología se mostró robusta y las diferencias térmicas fueron superiores a 5°C de

intensidades distribuidas espacialmente en función del patrón constructivo, áreas densamente edificadas y los locales poco arbolados.

Palabras clave: Clima Urbano; Isla de Calor Urbana; Temperatura del Aire; Modelado Geoestadístico; San Carlos/SP.

INTRODUÇÃO

Os espaços urbanos apresentam inúmeros problemas ambientais de grande magnitude devido às intensas transformações, principalmente àquelas relacionadas à retirada da cobertura natural e a substituição das áreas naturais por construções, pavimentação, impermeabilização do solo urbano, que em suma alteram o conjunto de trocas de energia entre clima e superfície.

O clima urbano é um desses problemas ambientais e compreende o clima local (como fato natural) e a cidade (fato social) (MONTEIRO, 2003, p.19), ou seja, integra as alterações no clima local associadas ao processo de urbanização subjacente.

Neste contexto, as ilhas de calor representam o fenômeno mais significativo de alteração no balanço de radiação nas cidades (BRANDÃO, 2009, p.122), e tem sido verificada em diversos estudos em cidades de portes distintos. Mesmo porque, segundo Mendonça (2000, p.167) o estudo do fenômeno do clima urbano tem oferecido contribuições importantes para gestão dos problemas ambientais e urbanos, pois o clima se constitui como uma das dimensões do ambiente urbano.

Entendida como um bolsão de ar quente que cobre a cidade a ilha de calor é definida como [...] a manifestação do aumento das temperaturas causado por características físicas (alta densidade de construções, concentração de materiais construtivos de grande potencial energético de emissividade e reflectância) e as atividades urbanas (AMORIM *et al*., 2009, p. 2).

Sendo as cidades mais aquecidas que o ambiente rural menos urbanizado do entorno, devido à proximidade do ambiente citadino e da superfície, as ilhas de calor afetam diretamente as condições do ambiente e de conforto da população, cuja formação está associada, por exemplo, ao aumento do calor antropogênico, redução da evaporação devido à remoção da vegetação e à impermeabilização da superfície da cidade, aumento da emissão de ondas longas (temperatura dos alvos elevada como de

concreto, tijolos, asfalto e materiais construtivos), desmatamento, construção de lagos artificiais (OKE, 1982; AYOADE, 2003, p.300).

Diante disso, pesquisas que identifiquem a configuração, intensidade e magnitude dos impactos dessa natureza são importantes, notadamente, porque a maior parte da população vive em áreas urbanas, índice que no Brasil, segundo dados do censo realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística em 2010, aproximadamente 85% (84,4%) da população vivem nas áreas urbanizadas.

Neste contexto, o objetivo deste artigo foi identificar um episódio do clima urbano na cidade paulista de São Carlos/SP - Brasil, a partir da representação espacial das ilhas de calor urbanas pela estimativa da temperatura do ar no ambiente urbano e rural próximo, via transectos móveis e modelagem geoestatística. O episódio selecionado para análise foi o dia 04 de abril de 2014 às 19h.

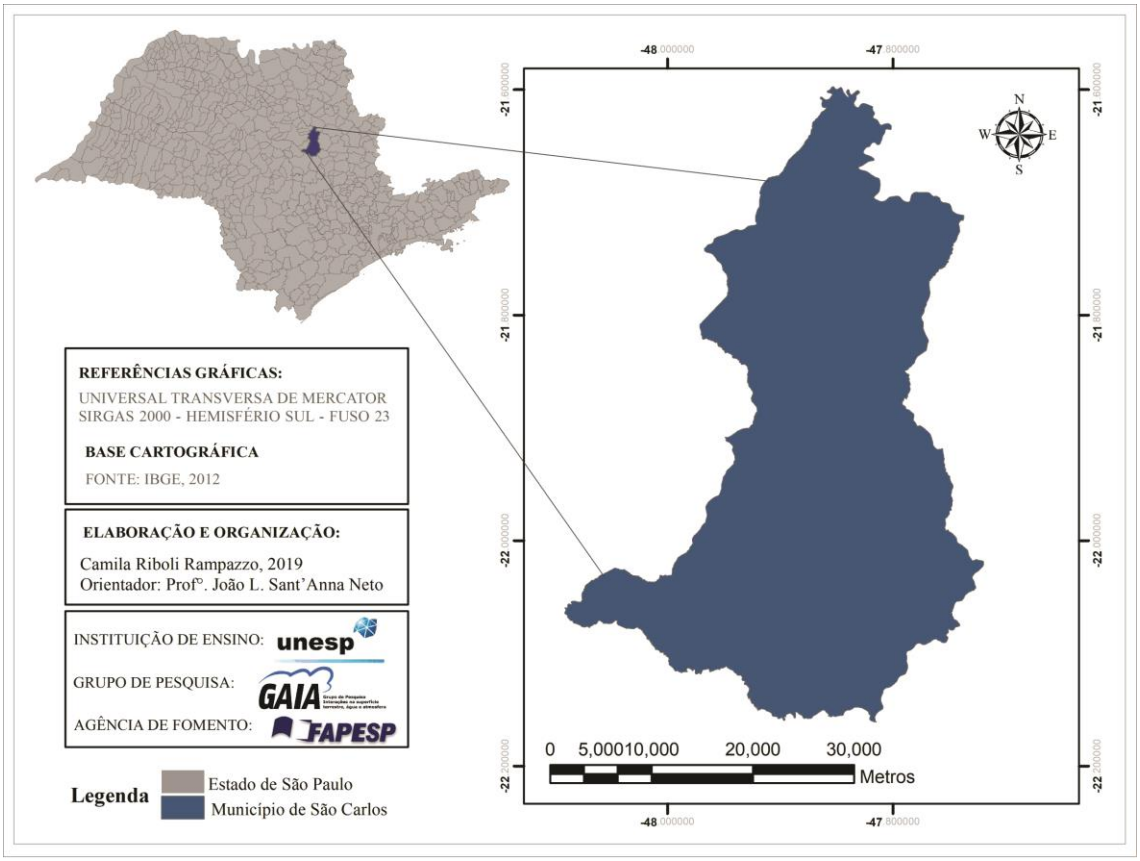
O recorte territorial escolhido para estudo foi São Carlos, cidade de porte médio localizada na região Centro-Norte do Estado de São Paulo (Figura 1) que de acordo com o Relatório divulgado pelo IBGE em 2008 da Região de Influência das Cidades[1] (REGIC), São Carlos é um dos Centros sub-regionais A[2], situada na Aglomeração Urbana Não-Metropolitana de Araraquara - São Carlos (SPOSITO, 2004, p.80). Com porte populacional de 238.834 habitantes segundo Seade[3], a cidade possui atividades determinantes nos papéis que desempenha na rede urbana regional, os estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços e, os centros tecnológicos e universitários (PLANO LOCAL DE HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL DE SÃO CARLOS, 2010).

[1] IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Regiões de influência das cidades** – REGIC, 2008. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/geografia/regic.shtm> e disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/PZEE/_arquivos/regic_28.pdf>. Acesso em: 27/03/2019.

[2] Segundo REGIC (IBGE, 2008), os **Centros sub-regionais** têm área de atuação específica e sua relação com os demais centros se dá apenas com três as metrópoles nacionais. Esses centros são subdivididos em **Centro sub-regional A** (região constituída por 85 cidades, com 95 mil habitantes e relações com outras 112 cidades) e **Centro sub-regional B** (constituída por 79 cidades, com 71 mil habitantes e relações com outras 71 cidades). Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/PZEE/_arquivos/regic_28.pdf>. Acesso em: 29/03/2019.

[3] Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados de projeções populacionais. Disponível em: <http://produtos.seade.gov.br/produtos/projpop/>. Acesso em: 04/01/2019.

Figura 1 - Mapa de localização do município de São Carlos-SP, Brasil.



Inserido no contexto climático da região Centro-Norte do Estado de São Paulo, o município de São Carlos está na área de atuação dos sistemas da circulação atmosférica da América do Sul, localizado no festão da cuesta ao norte do Tietê apresenta ligeiro aumento da precipitação no inverno devido ao efeito da orografia da Serra de São Carlos (MONTEIRO, 1973, p.123; TOLENTINO, 2007).

MATERIAL E MÉTODO

A existência de metodologias para estimar e mensurar a intensidade e magnitude das ilhas de calor é fundamental. As técnicas de monitoramento e registro das variáveis meteorológicas a partir de miniabrigos em pontos fixos e o registro itinerante via transectos móveis em trajetos representativos são tradicionalmente utilizadas. Contudo, a representação espacial destes fenômenos vem demandando a aplicação de técnicas mais robustas em *softwares SIG* visando representar de modo mais adequado

fenômenos espaciais contínuos, a partir da variável climática de temperatura do ar, tal como as ilhas de calor urbanas (ICU).

Para isso uma série de estudos aplicam técnicas geoestatísticas de interpolação de dados climáticos, por exemplo, a modelagem das ilhas de calor, considerando a complexidade de objetos da superfície, tal como a temperatura da superfície, o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI[4]) e os tipos de ocupação da terra.

Para atingir o objetivo, a aquisição dos dados primários de temperatura foi realizada no dia 04 de abril de 2014 às 19h via metodologia de transectos móveis nos trajetos A-B e C-D (Figura 2), quando houve o imageamento pelo satélite Landsat 8[5]. Foi realizada a correção temporal dos dados registrados em campo subtraindo dos valores a diferença de temperatura registrada no ponto fixo de controle da Estação Meteorológica Automática-UFSCar[6] do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).

Os procedimentos para a elaboração da modelagem e representação espacial da ilha de calor urbana em São Carlos basearam-se na utilização das classes de ocupação da terra (áreas construídas, vegetação baixa) para obter o coeficiente de determinação entre as categorias de ocupação da terra e a temperatura do ar a partir da zona de abrangência do ponto medido.

Posteriormente, foram utilizadas as variáveis independentes de temperatura da superfície dos alvos, o NDVI, as classes de ocupação da terra, e as temperaturas do ar (variável dependente) obtidas em campo, associadas à aplicação da técnica estatística de regressão linear múltipla para determinação do modelo e estimativa da temperatura do ar em pontos onde não houve registro (FOISSARD, QUENOL, DUBREUIL, 2013).

O processo de elaboração da modelagem das ilhas de calor urbanas foi realizado no software IDRISI e teve início na elaboração da composição colorida. A composição colorida (*False Color*) Falsa Cor é obtida pela combinação de uma série de faixas distintas, tal como as bandas 7/6/5 (*urban*); 3/5/4; 6/5/4 (*Vegetation Analysis*); 7/5/4 (*Shortwave Infrared*); 7/6/4, e permite diferenciar na imagem de satélite a

[4] *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI).
[5] *United States Geological Service* – USGS. Disponível em: <h https://www.usgs.gov/land-resources/nli/landsat/landsat-8?qt-science_support_page_related_con=0#qt-science_support_page_related_con>. Acesso em: 04/01/2019.
[6] Os dados da Estação Meteorológica automática – UFSCar do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) estão disponíveis em: <http://www.inmet.gov.br>. Acesso em: 02/01/2015.

representação das áreas urbanas e rurais, a vegetação bem como auxilia na identificação das diferentes coberturas da terra. A identificação e principais aplicações das bandas para a composição RGB e falsa cor foram descritas no quadro 1.

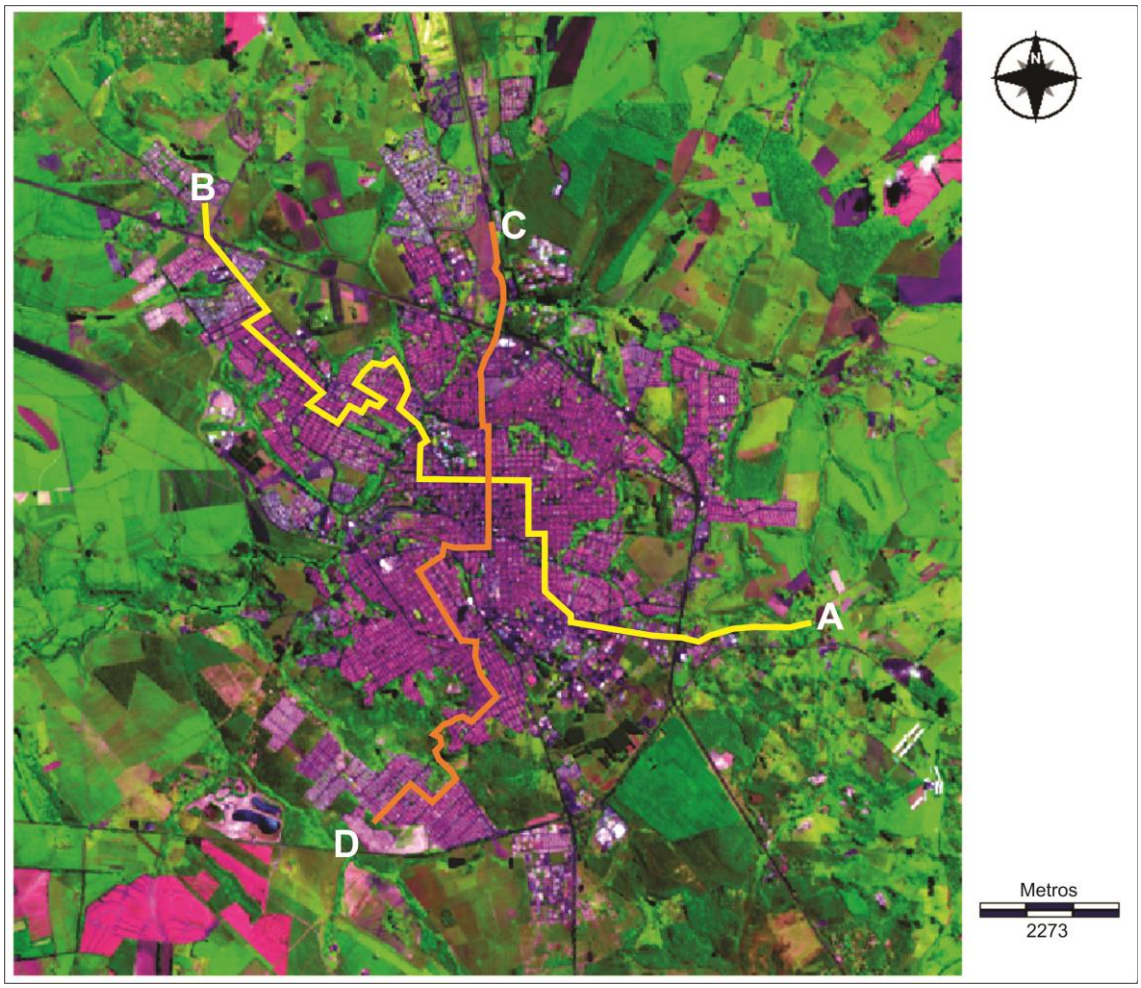
Quadro 1 – Identificação das bandas combinadas e as principais aplicações.

Banda espectral	**Descrição da variável para estimativa**	**Principais aplicações**
2 - BLUE	Imagem do azul (*Blue*)	Mapeamentos batimétricos e distingui o solo da vegetação
3 - GREEN	Imagem do verde (*Green*)	Evidencia o ápice da vegetação para avaliar o vigor das plantas
4 - RED	Imagem do vermelho (*Red*)	**Discriminar a vegetação** a partir da presença de clorofila
5 - (NEAR-INFRARED)	Imagem do infravermelho próximo	Evidenciar o **teor de biomassa**

Fonte: BARSI *et al*. (2014, p. 10233). Disponível em: <https://landsat.usgs.gov/what-are-best-spectral-bands-use-my-study>. Organizado pela autora, 2018.

Foi utilizada a combinação das bandas 3, 5 e 4 cuja composição colorida é apresentada na Figura 2 a fim de auxiliar a classificação da ocupação da terra.

Figura 2 - Composição colorida de São Carlos-SP elaborada a partir das bandas 3, 5 e 4 do satélite Landsat 8 de 04/04/2014 e, delimitação dos trajetos dos transectos móveis A-B e C-D



Fonte da imagem: <http://earthexplorer.usgs.gov/>.

Devido às características da estrutura celular das folhas e a presença de clorofila a vegetação apresenta intensa absorção na região espectral do vermelho (entre 0.636 a 0.673µm) e, apresenta reflexão intensa na faixa do infravermelho próximo (0.851 µm a 0.879 µm) (MOREIRA, 2005). Esta diferença de reflexão e absorção entre as bandas do infravermelho próximo e vermelho é proporcional ao índice de reflectância da imagem. A imagem como produto final apresenta valores que variam entre +1 e -1, e correspondem, respectivamente, às regiões com grande presença de cobertura vegetal até àquelas com ausência de cobertura vegetal.

A determinação das principais aplicações das bandas 5 e 4 são descritas no quadro 2 a seguir:

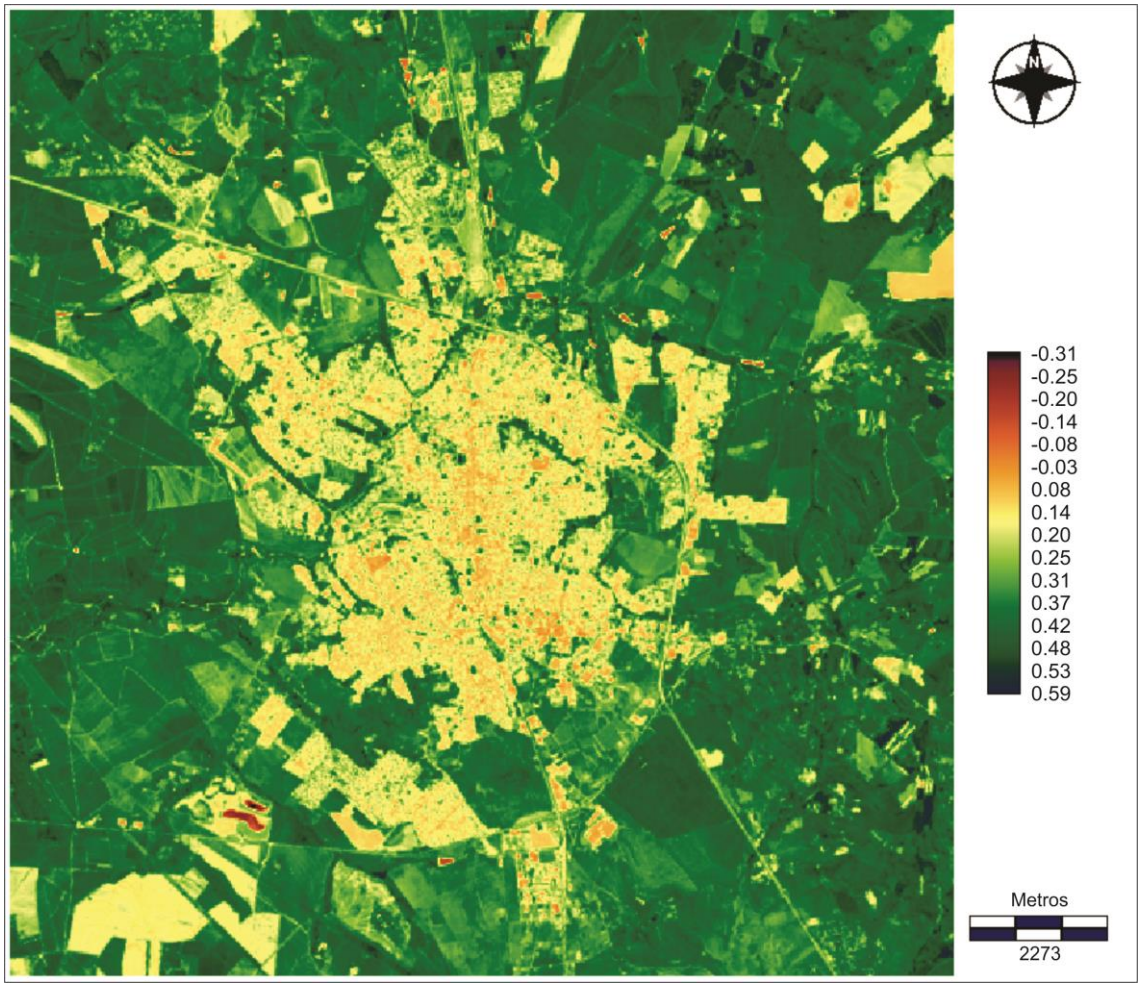
Quadro 2 – Identificação das bandas espectrais e principais aplicações

Banda espectral	**Descrição da variável para estimativa**	**Principais aplicações**
5 - (*near-infrared*)	Imagem do infravermelho próximo	Evidenciar o **teor de biomassa**
4 - RED	Imagem do vermelho (*Red*)	**Discriminar a vegetação** a partir da presença de clorofila

Fonte: BARSI *et al*. (2014, p. 10233). Disponível em: <https://landsat.usgs.gov/what-are-best-spectral-bands-use-my-study>. Organizado pela autora, 2018.

Por meio das bandas 5 e 4 foi obtido o NDVI a fim de identificar os índices de vegetação ou estado da cobertura vegetal e sua distribuição (Figura 3).

Figura 3 - Mapa de NDVI de São Carlos-SP elaborada a partir das bandas 5 e 4 do satélite Landsat 8, 04/04/2014.



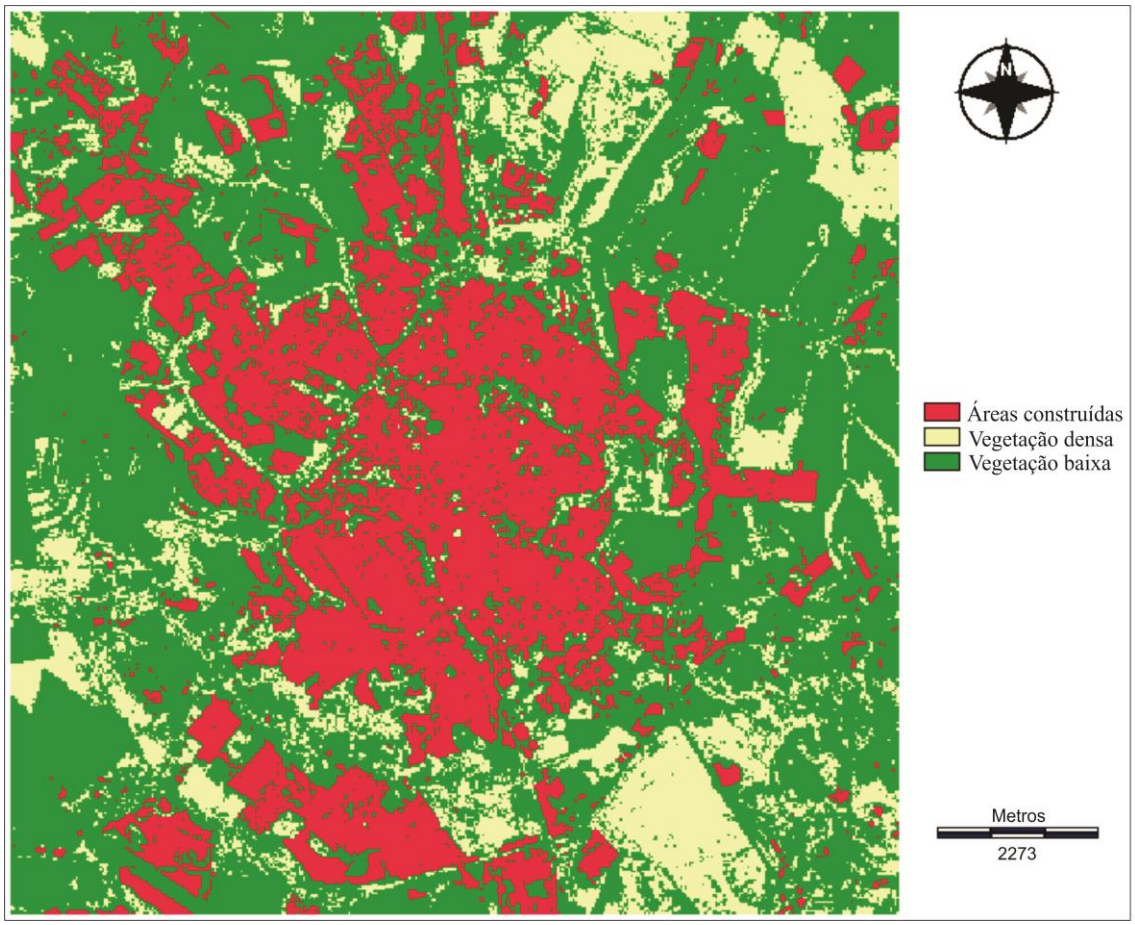
Fonte da imagem: <http://earthexplorer.usgs.gov/>

Utilizando as bandas 3, 5 e 4 do satélite Landsat 8 e o mapa de NDVI foi realizado o processamento de classificação automática de ocupação da terra a partir da técnica de Cluster, no ambiente *Idrisi*. Os clusters foram agrupados em três classes por meio da análise conjunta da composição colorida e de campo, sendo elas: áreas construídas, vegetação densa e vegetação baixa (Figura 4).

A definição das classes se deu a partir da característica predominante em cada pixel. Na Figura 4, a classe "vegetação densa" integrou as áreas com presença de cobertura vegetal arbórea nas áreas verdes urbanas e rurais, parques e fundos de vale. A classe "vegetação baixa" agrupou as pastagens e áreas urbanas e periurbanas com

gramados. A classe "áreas construídas" reuniu a complexidade de áreas com presença de construções, pavimentações e impermeabilização do solo.

Figura 4 - Mapa de classes agrupadas de ocupação da terra de São Carlos-SP, 04/04/2014.



Fonte da imagem: <http://earthexplorer.usgs.gov/>

Visando identificar a relação existente entre as classes de ocupação da terra e a temperatura do ar foi calculada a zona de abrangência de um ponto de medida no entorno de cada ponto. As melhores correlações estatísticas entre as classes de ocupação da terra e a temperatura foram identificadas na dimensão espacial de 33x33 pixels (990 x 990 metros). O coeficiente de determinação (R^2) da classe "áreas construídas" e a temperatura do ar apresentou coeficiente de determinação (R^2) de 0,58. A classe "vegetação baixa" em relação à temperatura do ar (°C) obteve coeficiente (R^2) de 0,53. O coeficiente de determinação entre a temperatura do ar (°C) e a Temperatura de

Superfície dos Alvos (°C) obteve coeficiente (R^2) de 0,51. E, o coeficiente de determinação linear entre a temperatura do ar (°C) e o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada – NDVI (R^2) foi 0,61.

O procedimento estatístico seguinte desenvolvido foi a aplicação da regressão linear múltipla (ferramenta *MULTIREG* do *Idrisi*) entre a intensidade das ilhas de calor atmosféricas nos locais de registro das temperaturas e as categorias geográficas da superfície a fim de determinar o modelo e estimar a temperatura do ar para os demais pontos não registrados em campo.

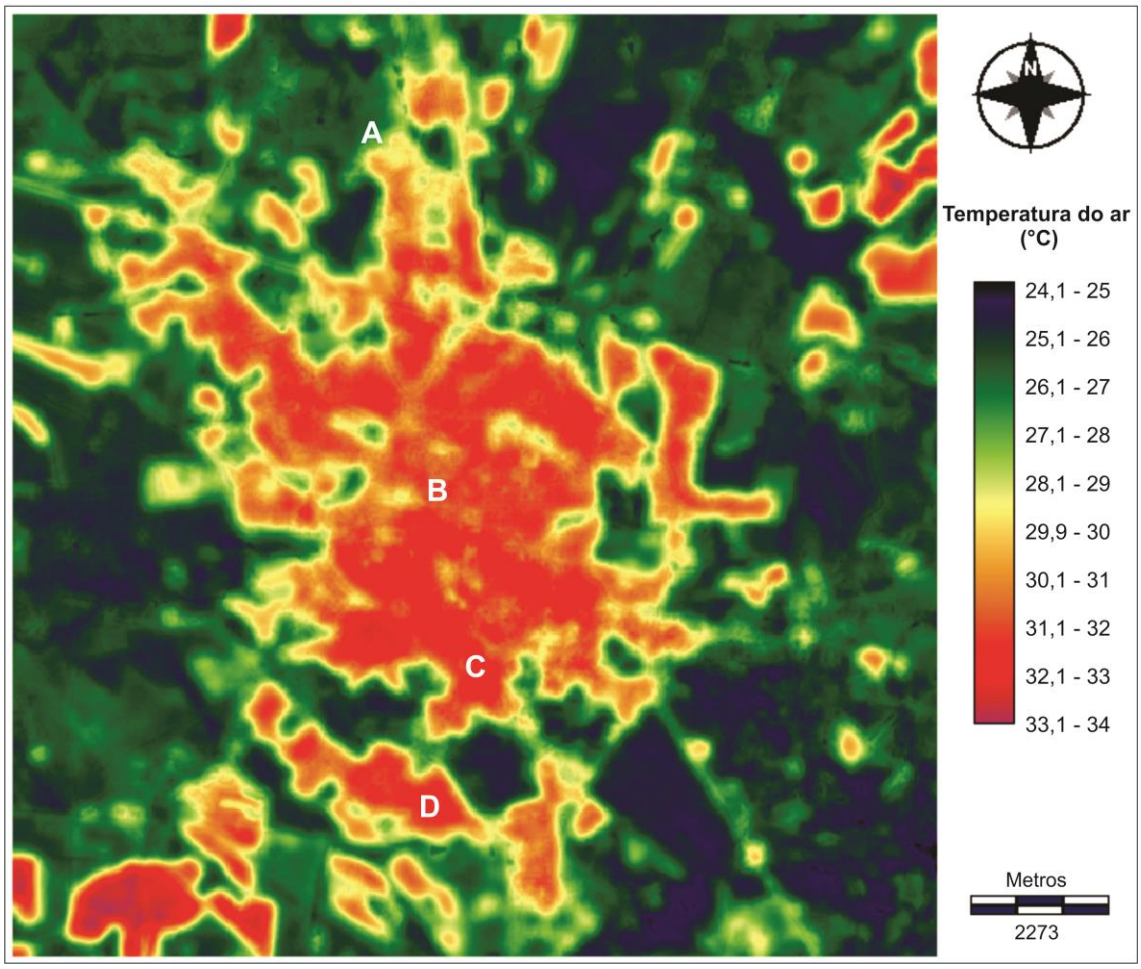
RESULTADOS E DISCUSSÕES

No dia da realização do transecto móvel noturno em São Carlos, ocorrido em 04 de abril de 2014, às 19h, foi registrado diferenças térmicas com intensidade de até 7,2°C, configurando ilha de calor de magnitude muito forte, segundo Fernández García (1996). As condições sinóticas atmosféricas no período foram estáveis, com baixa velocidade do vento (1,1 a 2 m/s), ausência de precipitação e nebulosidade de 0-2 décimos, sob atuação da Massa Tropical Atlântica Continentalizada (MTAC) (RAMPAZZO, 2015, p.195).

Nos percursos dos transectos móveis as menores temperaturas foram registradas nos fundos de vale e no entorno periurbano e suas proximidades (entre 28°C e 29°C), além das áreas com baixa densidade construtiva e ocupação. As maiores temperaturas foram aferidas nos bairros residenciais populares e áreas de comércio e serviços, verticalizados com maior fluxo de pessoas e veículos, predominantemente densamente construídos (entre 32°C e 34°C).

A Figura 5 consiste na representação espacial da modelagem com as temperaturas estimadas para a área de estudo. A distribuição das temperaturas no espaço intraurbano e no entorno rural foram estimadas entre 24°C e 34°C. A configuração do perfil da ilha de calor urbana em São Carlos ocorreu na forma de núcleos distribuídos espacialmente no conjunto da malha urbana, porém destaca-se o núcleo da ilha de calor com temperaturas estimadas entre 30°C e 32°C que ocorreu no centro comercial situado a sul do Córrego do Gregório (Figura 5 – B), no reverso da cuesta, mas não se restringiu a esta área e se prolongou para leste /sudeste.

Figura 5 - Modelagem das ilhas de calor urbana de São Carlos-SP, 04/04/2014. (A – Condomínios fechados; B – Centro comercial; C – Bairros populares; D – Loteamentos populares).



Organização: dos autores (2019)

O padrão de ocupação é densamente construído (cobertura de telha mista e metálica), impermeabilizado com arborização ausente a esparsa e orientação das vertentes no sentido norte/nordeste devido à influência do fundo de vale.

As características do ambiente construído (materiais construtivos, densidade de edificações, arborização, impermeabilização do solo etc.) influenciam no resultado das diferenças térmicas.

O padrão de adensamento construtivo de bairros residenciais adjacentes e periféricos somados a baixa cobertura vegetal arbórea configurou outros núcleos de ilhas de calor com temperaturas estimadas entre 30°C a 33°C. Isso ocorreu, por

exemplo, nos bairros populares (Figura 5 – D) Jardim Gonzaga, Jardim Social Antenor Garcia, Loteamento de Interesse Social Cidade Aracy e Jardim Social Presidente Collor situados no extremo sul da malha urbana; nos bairros Vila Boa Vista 2, Boa Vista 3, Jardim Beatriz e Jardim Medeiros no setor sul no reverso da cuesta (Figura 5 – C). Ao passo que demais bairros periféricos com menor densidade construtiva com presença de cobertura vegetal arbórea obtiveram temperaturas entre 28°C e 30°C.

Nas áreas do entorno rural próximo destaca-se a influência de três aspectos nesse episódio, o primeiro deles é a presença significativa de solo exposto no entorno da malha urbana densamente construída, cuja resposta espectral se aproxima das áreas construídas São identificados, por exemplo, em grandes porções no entorno rural com temperaturas estimadas entre 32°C e 34°C no extremo sudoeste (ao sul da Figura 5 – D) e a nordeste da malha urbana nas adjacências da Embrapa Pecuária Sudeste.

O segundo aspecto é o predomínio de cobertura vegetal rasteira de pastagens e de plantações que caracterizam a ocupação da terra no ambiente rural que apresentou maior influência na diminuição das temperaturas estimadas entre 24°C e 28°C. O terceiro refere-se às áreas com cobertura vegetal arbórea densa, principalmente nos fundos de vale, resquícios de vegetação e áreas verdes urbanas.

Os bairros destinados aos segmentos sociais de maior renda com condomínios residenciais fechados horizontais com alto padrão construtivo, em terrenos grandes, menor densidade construtiva e arborizada com gramado, localizados principalmente na zona norte da malha urbana (Figura 5 – A) apresentaram temperaturas entre 27°C e 29°C, semelhantes às estimadas no entorno rural próximo com baixa densidade de construção e pastagens.

Nestes casos, a proximidade com o ambiente rural de entorno, a presença de cobertura vegetal rasteira e arbórea e, principalmente a baixa densidade construtiva contribuem fortemente para a diminuição das temperaturas.

A menor densidade construtiva foi fundamental na diminuição das diferenças térmicas no espaço intraurbano. Esses locais tiveram temperaturas que variaram entre 28,5°C a 30°C, semelhante às estimadas nas áreas de transição entre o limite da malha urbana e o ambiente rural.

De modo geral, o perfil das ilhas de calor noturnas em São Carlos se aproximou do clássico modelo proposto por Oke (1974) com as maiores temperaturas

registradas nas áreas densamente construídas e no centro, porém não houve a diminuição gradual da temperatura em direção ao ambiente rural e adjacências. Isso pode se vincular a própria estrutura urbana das cidades brasileiras associadas ao contexto tropical, além das características predominantes do entorno imediato das áreas urbanas no Brasil. A atmosfera urbana específica que se configura nas cidades também pode influenciar na não verificação do padrão de decréscimo gradual da temperatura em direção ao meio rural, característica já constatada em diversos estudos de clima urbano no Brasil.

A diversidade de padrões construtivos na malha urbana associadas às características geoambientais do sítio urbano, arborização, morfologia urbana e, principalmente econômicas e sociais, configuraram outros núcleos de ilhas de calor associados às especificidades das características de produção diferencial dos espaços urbanos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A metodologia da modelagem da ilha de calor urbana permitiu relacionar estatísticamente o coeficiente de determinação entre as classes de uso da terra, a temperatura da superfície e o NDVI produzidas a partir de imagens do satélite Landsat 8 em função dos dados registrados em campo via transectos móveis no período noturno. A modelagem estimou os valores de temperatura do ar para os pontos não medidos em campo considerando a influência destas variáveis na variação das diferenças térmicas urbanas e periurbanas.

A intensidade das diferenças térmicas e ilhas de calor verificadas no espaço urbano em relação ao entorno rural de São Carlos evidenciam a importância de análises do clima urbano e o aprofundamento nas técnicas e metodologias de representação deste fenômeno.

Com intensidades variadas superiores a 5°C de diferenças térmicas em localidades distintas do espaço urbano intraurbano e no entorno rural, os núcleos das ilhas de calor em São Carlos estiveram relacionados aos locais densamente edificados e pouco arborizados, além de bairros residenciais populares. Os fundos de vale a cobertura vegetal arbórea em áreas verdes e resquícios de vegetação foram decisivos na

diminuição da temperatura. Ressalta-se ainda, a influência das áreas com solo exposto no aumento da temperatura do ar.

A análise do episódio do clima urbano em São Carlos a partir da representação espacial via modelagem mostrou-se uma metodologia robusta de espacialização das ilhas de calor urbanas, sobretudo porque descreve a relação estatística entre variáveis geográficas independentes e a temperatura do ar.

Por considerar as categorias geográficas de ocupação da terra, a vegetação e a resposta espectral dos alvos, a estimativa da temperatura do ar através da modelagem das ilhas de calor urbanas configura-se como um instrumento mais adequado de representação das variáveis dinâmicas do clima urbano.

AGRADECIMENTOS

À Comissão de Aperfeiçoamento de Pessoal do Nível Superior (CAPES) pelo período de bolsa vigente de 01/07/2015 a 30/11/2015. Agradeço a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo financiamento da pesquisa no período de 01/12/2015 a 31/05/2016 (PROCESSO 2015/15444-7). "*As opiniões, hipóteses e conclusões ou recomendações expressas neste material são de responsabilidade do autor(es) e não necessariamente refletem a visão da FAPESP*".

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMORIM, M. C. C. T. *et al*. Características das ilhas de calor em cidades de porte médio: exemplos de Presidente Prudente (Brasil) e Rennes (França). **Confins** [Online], n. 7, 2009.

AYOADE, J. O. **Introdução à climatologia para os trópicos**. Trad. SANTOS, Maria Juraci Zani dos., 6ª. ed. - Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003.

BARSI, J.A.; LEE, K.; KVARAN, G.; MARKHAM, B.L.; PEDELTY, J.A. The Spectral Response of the Landsat-8 Operational Land Imager. **Remote Sens**. 2014, 6, 10232-10251.

BRANDÃO, Ana M. de P. M. O clima urbano da cidade do Rio de Janeiro. In: MONTEIRO, C. A. de F.; MENDONÇA, F. (Org.). **Clima Urbano**. São Paulo: Contexto, 2009, p.121- 153.

FERNÁNDEZ GARCÍA, F. **Manual de Climatologia Aplicada**. Clima, médio ambiente y aplicacíon. Madrid: Editorial Sínteses, 1996.

FOISSARD X.; QUENOL, H.; DUBREUIL, V. Analyse et spatialisation de l'ilot de chaleur urbain dans l'agglomération rennaise. In: COLLOQUE DE L'AIC, COTONOU, 26., 2013, Bénin. **Actes**... Bénin, p. 242-247, set. 2013.

MENDONÇA, F. O clima urbano de cidades de porte médio e pequeno: aspectos teórico-metodológicos e estudo de caso. In: SANT'ANNA NETO, João L.; ZAVATINI, João A. (Org). Variabilidade e mudanças climáticas: implicações ambientais e socioeconômicas. Maringá: Eduem, 2000. p.167-192.

MONTEIRO, C. A. de F. **A dinâmica climática e as chuvas no Estado de São Paulo**: estudo geográfico sob forma de atlas. São Paulo. Instituto de Geografia, Laboratório de Climatologia. Universidade de são Paulo, USP, 1973.

MONTEIRO, C. A. de F. Teoria e Clima Urbano – um projeto e seus caminhos. In: MONTEIRO. C. A. de F.; MENDONÇA, F. (Org.). **Clima urbano**. São Paulo: Contexto, 2003.

OKE, T. **Review of urban climatology**: 1968-1973. Geneva: World Meteorological Organization, 1974 (WMO Technical note, n. 134).

OKE, T.R. The energetic basis of the urban heat island. **Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society**, v.108, n. 455, p.1-24, jan. 1982.

SPOSITO, Maria Encarnação Beltrão. **O chão em pedaços:** urbanização, economia e cidades no Estado de São Paulo. Presidente Prudente, 2004. 508 p. Tese (Livre Docência) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, UNESP.

SÃO CARLOS. PMSC. **PLANO LOCAL DE HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL DE SÃO CARLOS**. PLHISSC. Etapa 2: Diagnóstico. Relatório Final, 2010. Disponível em: <http://www.saocarlos.sp.gov.br/images/stories/pdf/2015/PROHAB/PLHIS_parte2_final.pdf>. Acesso em: 03 jan. 2019.

RAMPAZZO, Camila R. **Clima e produção do espaço urbano: contribuição ao estudo da Geografia do Clima no contexto das cidades de São Carlos e Marília. Presidente Prudente**. FCT/UNESP, 2.V., 304p. (Dissertação de Mestrado em Geografia)., 2015. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/126529>. Acesso em: 1 nov. 2016.

TOLENTINO, M. **Estudo crítico sobre o clima da região da São Carlos**. São Carlos: EdUFscar. (Concurso de Monografias Municipais)., 2007., 78p.

Recebido para publicação em maio de 2019

Aceito para publicação em julho de 2019