



ILHAS DE CALOR SUPERFICIAIS EM PRESIDENTE PRUDENTE (SP) E SUA RELAÇÃO COM A PRECIPITAÇÃO

William Miyakava ¹
Monique Cocco Teixeira ²

RESUMO

A expansão territorial urbana materializa-se indissociavelmente à transformação da paisagem natural, por meio das diversas relações nos espaços construídos. Fatores como a supressão da vegetação, impermeabilização massiva do solo, combinada com as características físicas dos materiais construtivos presentes nas cidades, são capazes de alterar o balanço energético, manifestando-se diretamente através dos elementos e eventos climáticos. Na escala local, como fruto dessa modificação, gera-se as Ilhas de Calor Urbanas (ICU), afetando diretamente a qualidade de vida e conforto térmico da população. Deste modo, os estudos do clima urbano surgem a partir da necessidade de contribuir para a construção de espaços cada vez mais agradáveis para a manutenção da vida em toda sua plenitude. O presente trabalho teve como objetivo analisar e espacializar a ocorrência das ICUs superficiais diurnas, mediante a ocorrência de precipitação e a cobertura vegetal no urbano e seu entorno rural. Para o atendimento da proposta, utilizou-se técnicas de sensoriamento remoto, ao obter cartas termais dos alvos e o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI). Os resultados obtidos evidenciaram a forte relação da precipitação e as temperaturas superficiais, visto que a estiagem ocasionou intensidades de temperaturas elevadas no entorno rural próximo devido à diminuição da biomassa. Em contrapartida, a precipitação elevou a intensidade de temperatura do intraurbano em relação ao rural, configurando assim, a ICU. Em suma, as áreas mais aquecidas referem-se às parcelas de solos descobertos ou sem vegetação exuberante, enquanto o menor aquecimento corresponde às áreas de adensamento vegetativo, as quais se beneficiam diretamente da influência da chuva.

Palavras-chave: Clima Urbano; Ilha de Calor Urbana; Cobertura Vegetal; Precipitação.

ABSTRACT

The urban territorial expansion materializes inseparably with the transformation of the natural landscape through various relationships within built spaces. Factors such as vegetation suppression, extensive soil sealing, combined with the physical characteristics of construction materials in cities, can alter the energy balance, directly manifesting through climatic elements and events. At the local scale, as a result of this modification, Urban Heat Islands (UHI) are generated, directly affecting the population's quality of life and thermal comfort. Thus, urban climate studies emerge from the necessity to contribute to the creation of increasingly pleasant spaces for the sustenance of life in its entirety. This study aimed to analyze and spatially represent the occurrence of daytime surface UHI, considering the presence of precipitation and vegetative cover within urban and rural surroundings. To fulfill this objective, remote sensing techniques were employed to obtain thermal maps of the targets and the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI). The results revealed a strong relationship between precipitation and surface temperatures, as drought led to high temperature intensities in the nearby rural areas due to decreased biomass. Conversely, precipitation heightened intra-urban temperature intensity compared to rural areas,

¹ Mestrando em Geografia; Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Campus de Presidente Prudente (SP); william.miyakava@unesp.br;

² Mestranda em Geografia; Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Campus de Presidente Prudente (SP); monique.teixeira@unesp.br.

configuring the UHI. In summary, the warmer areas corresponded to uncovered or sparsely vegetated soil parcels, while lesser heating corresponded to vegetative dense areas, which directly benefitted from rainfall influence.

Keywords: Urban Climate; Urban Heat Island; Vegetal Cover; Precipitation.

INTRODUÇÃO

O processo de urbanização brasileiro é resultado de uma complexa e desigual dinâmica socioespacial, inerente ao modo de produção capitalista (Santos, 2006). Desta forma, reorganizam-se os elementos socioambientais através de rearranjos espaciais, que interferem diretamente na dinâmica do meio urbano, impactando de forma concentrada o ser humano (Xian *et al.*, 2007).

Essas modificações, pautadas sob alterações radicais da paisagem natural, implicam transformações dentro do meio urbano, e conseqüentemente, do clima local, visto que o clima urbano resulta da interação entre a sociedade e a natureza (Monteiro, 1976). Na mesma perspectiva, Oke *et al.* (2017) complementa ao aferir que o clima urbano decorre também do processo de modificações na superfície e proximidades atmosféricas de um dado local mediante a sua urbanização, atrelado às características geoambientais.

Para tanto, nas palavras de Monteiro (1990), devemos “adentrar a cidade para tomar-lhe a temperatura”, investigando-a como um sistema aberto, sob uma perspectiva integradora de análise. O autor (1976) sugere canais de percepções humanas, por meio da proposta teórica-metodológica do Sistema Clima Urbano (SCU), que em sua totalidade, são capazes de responder as indagações e necessidades da sociedade.

Ao explorar esse enfoque, estudos nacionais e internacionais verificam que as cidades apresentam temperaturas mais altas do que as áreas rurais circundantes, devido ao aumento das fontes de calor fixas e móveis, à redução da umidade atmosférica e à atenuação da ventilação urbana. Esse fenômeno é conhecido como a Ilha de Calor Urbana (ICU)(Amorim; Monteiro, 2011;Porangaba; Amorim, 2011; Amorim, 2020; Mendes *et al.*, 2020; Teixeira; Amorim, 2022).

A ICU tem influência direta sobre a qualidade de vida da população. Sua interferência se dá primordialmente via conforto térmico, afetando também a saúde dos indivíduos, agravado pela exposição desigual aos fatores climáticos (Gartland, 2010; Sant’Anna Neto, 2012). As características do uso e ocupação da terra, em conjunto à ausência vegetativa, aos materiais artificiais padronizados presentes nas cidades, e a sazonalidade de precipitação, são fatores determinantes para a espacialização e análise da ICU, sobretudo, a ICU superficial

Embora tenham sido identificadas pioneiramente em cidades de grande porte como Londres (Howard, 1818), na escala global, São José dos Campos (Tarifa, 1977) e São Paulo (Lombardo, 1985) na escala nacional, as ICUs se fazem presentes também em cidades de pequeno e médio porte, visto que essas também carregam características inerentes à urbanização (Gartland, 2010).

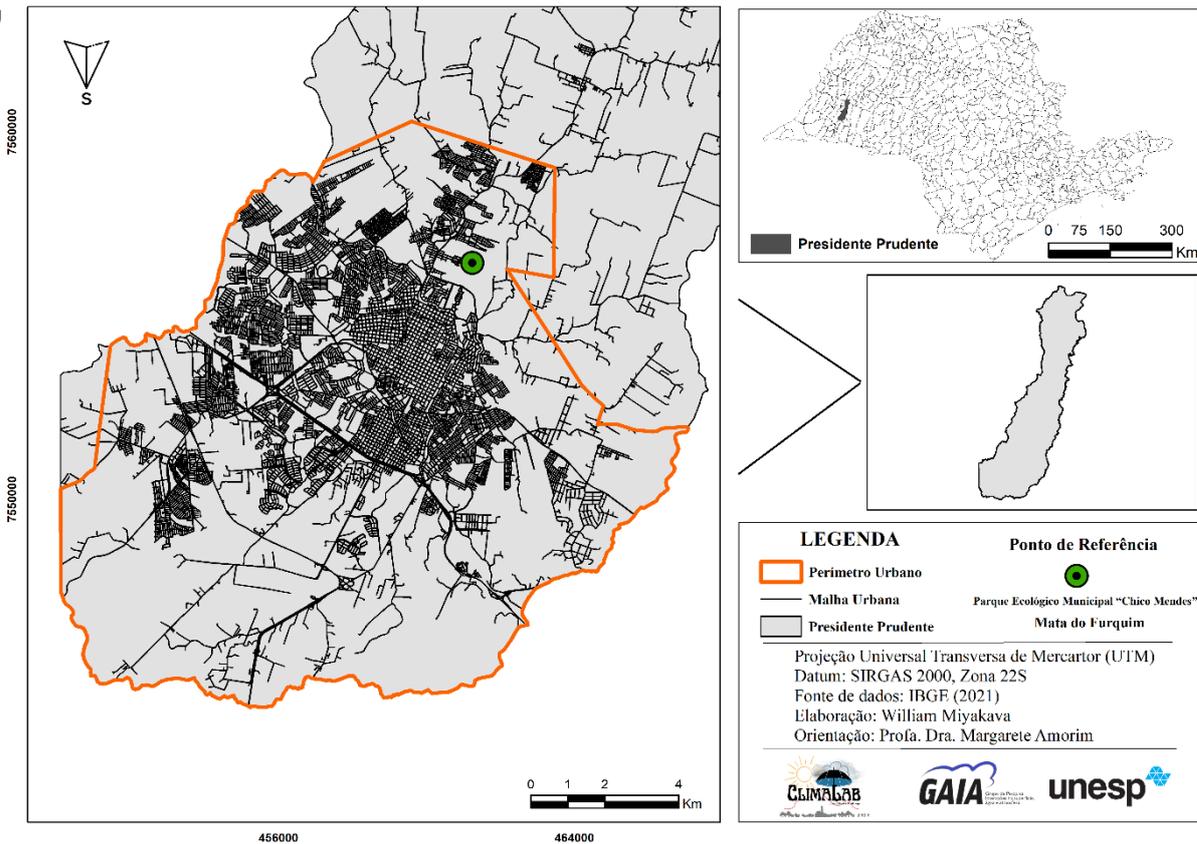
Assim, a análise do clima urbano deve ser prioritária para o planejamento urbano. As cidades de pequeno e médio porte têm potencial para influenciar não apenas o clima local, mas também em escalas mais amplas, uma vez que, no Brasil, 71% da população urbana reside em cidades pequenas e médias (Amorim, 2020; IBGE, 2022).

De modo a ampliar o escopo de pesquisas sobre o clima urbano para além das cidades de grande porte, este artigo³ teve como objetivo investigar e analisar a ocorrência da Ilha de Calor Superficial sob o aspecto da relação entre as temperaturas dos alvos, a precipitação e a cobertura vegetal em uma cidade de médio porte – Presidente Prudente (SP).

Presidente Prudente localiza-se no Oeste do Estado de São Paulo (Figura 1), a 22°07' de latitude sul e 51°22' de longitude oeste, com uma população de 225.668 habitantes e uma área territorial de 560,637 km², sendo 60,83 km² de área urbanizada (IBGE, 2022). Essa cidade, considerada de médio porte, desempenha um papel relevante no contexto regional em termos econômicos, sociais e de centralidade urbana (Sposito, 2011).

Figura 1: Localização de Presidente Prudente no Estado de São Paulo

³ O presente artigo refere-se aos resultados parciais do projeto de pesquisa financiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e Pró-Reitoria de Pesquisa da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (PROPe/UNESP), processo 6287/2022. Também contou com o apoio do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Faculdade de Ciências e Tecnologia – UNESP (PPGG/FCT-UNESP).



Fonte: IBGE, 2021. Elaboração: Os autores, 2023.

No que tange às suas características climáticas, apresenta estações distintas e bem definidas. Localizada em uma região de transição climática, a cidade caracteriza-se por um período quente e chuvoso de outubro a março, seguido por um período mais ameno e seco entre abril e setembro, sob a influência de um clima tropical com estação seca de inverno – Aw (Sant’Anna Neto; Tommaselli, 2009; Dubreuil et al., 2018). Nesse contexto, a cidade é influenciada por sistemas atmosféricos tropicais que atuam durante todo o ano na região do Oeste Paulista.

REFERENCIAL TEÓRICO

A partir do SCU, Monteiro (1976) aponta os canais do Conforto Térmico (Subsistema Termodinâmico), da Qualidade do Ar (Subsistema Físico – Químico) e dos Meteoros de Impacto (Subsistema Hidrometeorológico). Os estudos do clima urbano inserem-se, principalmente, dentro do subsistema termodinâmico, ao analisar a materialização das temperaturas nas cidades e a sua percepção pela população, por meio do conforto térmico.

Como apontado anteriormente, a configuração da ICU interfere diretamente na qualidade de vida da população. Esse fenômeno é caracterizado por uma condição contrária



a um oásis, onde a temperatura do ar e a superfície urbana apresentam-se mais aquecidas se comparados às áreas rurais circundantes (Gartland, 2010). Oke *et al.* (2017), em sua atualização à obra “*Boundary Layer Climates*”, categoriza as ICUs em quatro tipos distintos em função da camada em que se encontram: Ilha de Calor Urbana Subsuperficial, referente aos padrões de temperatura entre o perfil subsuperficial da cidade e o tecido subterrâneo; a Ilha de Calor Urbana Superficial, que afere a temperatura dos alvos, diagnosticada por meio do Sensoriamento Remoto (SR); e a Ilha de Calor Urbana Atmosférica, que concerne à temperatura do ar, segmentada entre a Inferior – compreendida entre o nível do solo e nível médio dos telhados, e a Superior, sobrepondo-se à anterior e se estendendo até a atmosfera livre.

A pesquisa pioneira de Lombardo (1985) no Brasil abordou a análise espacial da ICU superficial, destacando a relação intrínseca entre o uso da terra e o aumento das temperaturas urbanas, o que reforça a necessidade de uma análise multiescalar. Além disso, atualmente, o acesso aos modernos satélites de alta resolução permite-se analisar a temperatura dos alvos e sua espacialização em distintas escalas, por meio dos mapas termais (Weng, 2003).

O ambiente urbano torna-se um grande armazenador de calor devido ao processo de urbanização, aliado às características dos materiais construtivos e a dinâmica do clima local. Isso ocorre devido a cobertura da terra, que tem a possibilidade de modificar o albedo, a disponibilidade de umidade, o potencial de aquecimento ou resfriamento do solo e a velocidade do vento. Como resultado, há uma complexa disparidade entre a área urbana e sua área circundante, visto que o efeito vegetativo na diminuição da temperatura é mais evidente durante o dia, mas também produz efeitos positivos decorrentes do menor armazenamento de calor durante a transição do período diurno para o noturno (Amorim, 2020).

Romero (2007) enfatizou o impacto significativo das áreas verdes em ambientes urbanos. O autor ressaltou a menor capacidade calorífica e condutibilidade térmica da vegetação em comparação com materiais construtivos, além da absorção substancial de radiação solar pelas folhas, resultando em um menor albedo. Notou-se também que nas áreas verdes, a taxa de evaporação é notavelmente maior do que em áreas sem vegetação, sendo associada também à redução da velocidade do vento e à estabilização das flutuações próximas à superfície do solo.

Dessa forma, índices de vegetação ativa junto aos elementos climáticos, como o NDVI e a ocorrência de precipitação, subsidiam em escala local as análises e sua importância para a distinção do gradiente térmico entre o urbano e seu entorno. Sua relação atrela-se



devido ao fato que durante o período de estiagem observa-se a diminuição da umidade do solo e o declínio da evaporação e evapotranspiração, o que ocasiona solos secos, sem a presença de vegetação abundante e com escassez de biomassa (Chen; Wong, 2006).

Por fim, é necessário considerar que o espaço geográfico é heterogêneo, a partir de suas rugosidades, tanto no urbano quanto no rural, devido às peculiaridades presentes nos espaços, que são determinadas pelas fontes, meios e relações estabelecidas ali (Santos, 2006).

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O artigo teve como base a proposta teórica-metodológica do SCU de Monteiro (1976), derivada a partir da Teoria Geral dos Sistemas e de estudos da dinâmica climática de Maximilian Sorre e Pierre Pédelaborde, permitindo a análise do clima urbano por meio de uma perspectiva integradora entre a sociedade e a natureza, através das relações no espaço modificado.

Dentro de sua proposta, utilizou-se do subsistema termodinâmico, tendo em vista que as ilhas de calor superficiais materializam-se no canal de percepção humana do conforto térmico. Sob a mesma perspectiva, utilizou-se do roteiro metodológico para os estudos das ilhas de calor urbanas em cidades tropicais de médio e pequeno porte, levando em consideração que a análise das ICUs pode ser realizada por meio da perspectiva espacial (Amorim, 2020).

Em conjunto à estes supracitados, foram utilizadas técnicas de SR, que permitem identificar as ICUs superficiais por meio do tratamento de imagens de satélite, ao adquirir dados sobre um determinado objeto sem a necessidade de tocá-lo, visto que todos os objetos acima do zero absoluto – 0 Kelvin – emitem energia eletromagnética (Weng, 2003; Jensen, 2009).

Desta forma, foram geradas cartas de intensidade termal do período diurno e Índices de Vegetação por Diferença normalizada (NDVI), referentes aos meses de abril (21/04), julho (26/07) e setembro (12/09) de 2021, selecionadas mediante estabilidade atmosférica favoráveis, sem a presença de nuvens e vapor de água, de modo a aprimorar a confiabilidade dos resultados (Lombardo, 1985).

Para tanto, utilizou-se de imagens do satélite Landsat 8 (Coleção 2, Nível 1) das bandas 4 (vermelho), 5 (infravermelho próximo) e 10 (infravermelho termal), com resolução espacial de 30 metros, disponibilizadas pela *United States Geological Survey* (USGS). O



processamento da banda termal se deu por meio do programa *ArcGIS Pro*⁴, através da ferramenta *Raster Calculator*, utilizando fórmulas que transformam os níveis de cinza de uma imagem de satélite para radiância espectral, e posteriormente, em temperatura Kelvin, sendo por fim, convertida para graus Celsius (°C) por meio da subtração de cada pixel pelo valor de 273,15.

Após esse processamento, os valores de temperatura contidos em cada pixel foram subtraídos do menor valor médio presente em área vegetada, localizada no intraurbano de Presidente Prudente – o Parque Ecológico Municipal “Chico Mendes”, Mata do Furquim (22°05’ S e 51°22’O), de modo a obter a intensidade de temperatura superficial em graus Celsius.

Em conjunto à obtenção das imagens, levantou-se dados de precipitação acumulada que antecederam a tomada das imagens de satélite, em períodos de cinco, dez, vinte e trinta dias, de modo a analisar a distribuição da chuva e sua sazonalidade no recorte espacial da pesquisa, e sua relação com a intensidade da temperatura superficial. Tais dados são oriundos da estação automática A707 do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), localizado dentro das instalações da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Campus de Presidente Prudente (FCT/UNESP).

Referente à análise vegetativa, utilizou-se do NDVI, que indica a abundância relativa e a atividade de biomassa (Jensen, 2009), obtido por meio da subtração, soma e divisão das bandas 4 e 5, resultando em valores de -1 a 1, sendo os índices próximos a 1 representantes de vegetações ativas, e os próximos a -1 escassos em biomassa e vegetação.

Por fim, aplicou-se uma máscara aos valores contidos no reservatório de água presente na área de estudo, delimitado por um polígono na cor azul. Justifica-se tal procedimento devido a água ser um fator de confusão durante as análises das temperaturas superficiais e da vegetação, pois a mesma possui um baixo albedo e alta emissividade (Jensen, 2009).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A precipitação é um processo intrínseco à ocorrência e à intensidade da ilha de calor superficial. Mauro (2020) constatou a relação entre a expansão das áreas construídas de Presidente Prudente e a intensidade da temperatura aparente da superfície nos anos de 1989, 1999, 2009 e 2019. Por meio do SR, o autor verificou que durante a estiagem as temperaturas

⁴ Um produto *Esri*™ sob licença cedida aos laboratórios pela UNESP.

dos alvos urbanos e de seu entorno tenderam a se homogeneizar, enquanto no período chuvoso se observou a presença da ICU superficial com maior intensidade e magnitude. Isso ocorreu devido a exuberância vegetativa na área circundante, intensificando o gradiente térmico entre as áreas de estudo.

Durante o ano de 2021, em Presidente Prudente, foram observados indícios de prolongada escassez de chuvas ao longo dos 12 meses, principalmente durante os meses caracterizados pela estação seca. Essa condição se destaca quando comparada com a série histórica de dados meteorológicos compilados pelo INMET, abrangendo o período entre 1969 e 2015, organizado por Tommaselli (2016).

No período em questão, a média anual de precipitação foi de 1318mm. Durante os meses analisados, os valores foram: abril – 70mm, julho – 42mm e setembro – 79mm. Em comparação com os dados de 2021, houve uma redução de 62,47% na precipitação total anual (823,4mm), sendo 5,71% menor em abril (4mm), 6,66% em julho (2,8mm) e 26,58% em setembro (21mm) (INMET, 2023).

Amorim (2018) aferiu durante o período diurno a maior variabilidade espacial da temperatura superficial, associada às condições atmosféricas no período que antecede a tomada da imagem termal. As maiores diferenças ocorreram no período chuvoso, ou com a presença da chuva, entre as áreas construídas e não construídas.

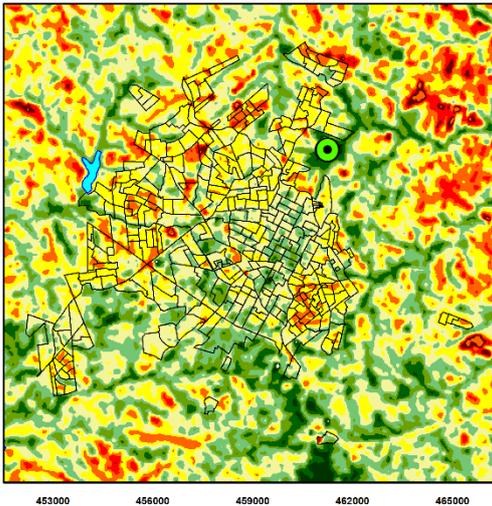
A Tabela 1 e a Figura 2 evidenciaram que os contrastes de intensidade de temperatura superficial e vegetação estão diretamente relacionados com a ocorrência ou não de precipitação. A vegetação ativa e sua biomassa torna-se estratégia fundamental para o efeito oásis e a mitigação das ICUs, ao transformar o calor sensível em calor latente, facilitando sua dispersão na atmosfera (Chen; Wong, 2006)

Tabela 1: Acumulado de chuva que antecede a tomada de imagem de satélite

Data	Dias antecedentes à tomada da imagem/Precipitação (mm)			
	5 dias	10 dias	20 dias	30 dias
21/04/2021	4mm	4mm	4mm	4,2mm
26/07/2021	0mm	0mm	0mm	2,6mm
12/09/2021	0mm	0mm	28,8mm	28,8mm

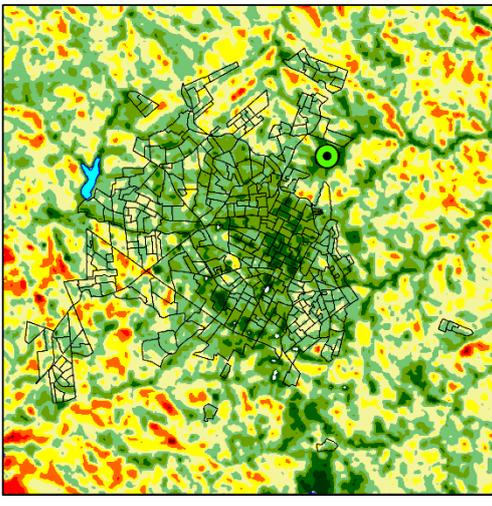
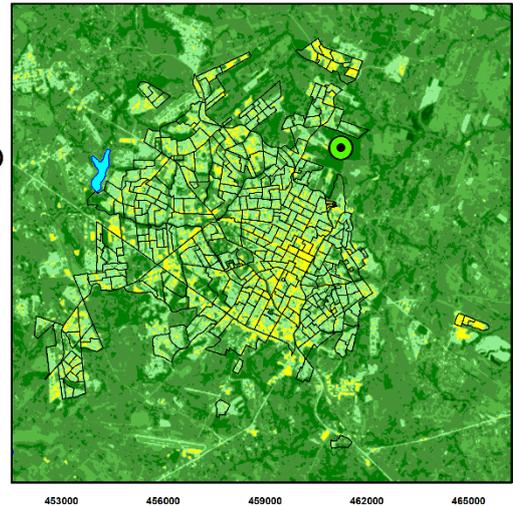
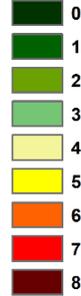
Fonte: INMET, 2023. Org: Os autores, 2023.

Figura 2: Distribuição espacial da intensidade de temperatura superficial e NDVI em Presidente Prudente (SP) para os meses de abril, julho e setembro de 2021

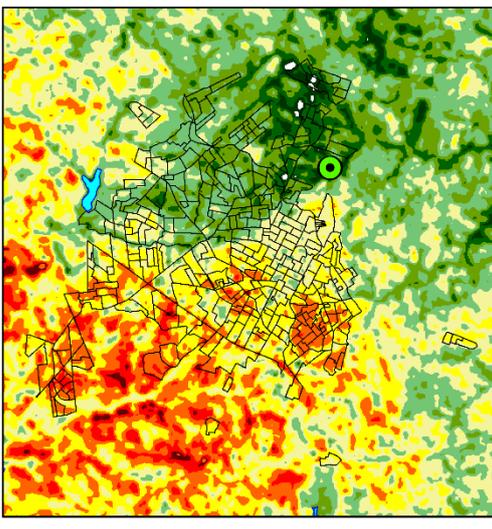
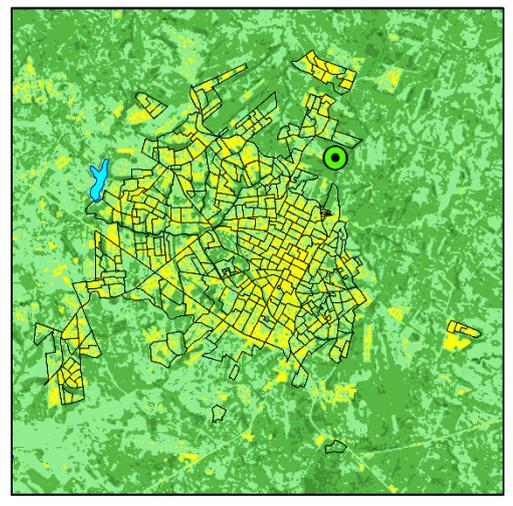
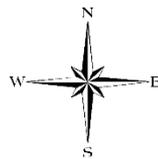


21/04/2021

Intensidade de Temperatura Superficial (C°)

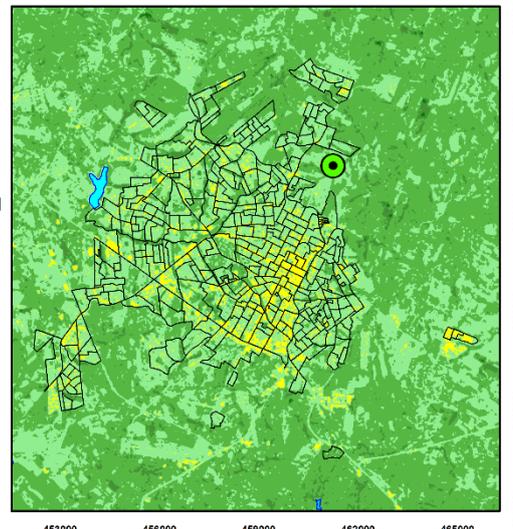
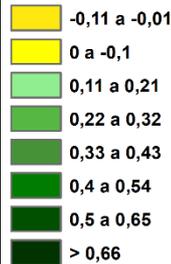


26/07/2021



12/09/2021

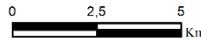
NDVI



Informações Cartográficas:

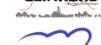
Projeção: Universal Transversa de Mercator (UTM)
 Datum: SIRGAS 2000, Fuso 22 Sul
 Base Vetorial: IBGE, 2021

Escala:



Mata do Furquim
 Setor Censitário (2021)

Balneário da Amizade



Elaboração: William Miyakava
Orientadora: Profa. Dra. Margarete Amorim

Fonte: IBGE, 2021; USGS, 2022. Org: Os autores, 2023.



Quando há um menor total de precipitação acumulado, a vegetação torna-se menos exuberante, o que diminui o gradiente térmico entre o urbano e sua área de entorno. Entretanto, com um maior acumulado de chuva, a vegetação tem suas folhas mais desenvolvidas e maior umidade no solo, resultando em menores temperaturas superficiais do que comparado aos ambientes construídos, evidenciando o fenômeno da ICU superficial.

Nos dias analisados, com exceção do dia 12/09/2021, apresentou-se baixo índice de precipitação aos 5 dias que antecedem o imageamento termal, resultando em menores temperaturas do intraurbano se comparado ao seu entorno. Isso não significa que a cidade ficou mais fresca, e sim que o rural se aqueceu devido à diminuição da biomassa (Amorim, 2020).

No mês de abril, constatou-se nos quadrantes Oeste, Leste, Norte e Sudoeste maiores intensidades de temperatura se comparado ao entorno rural, este apresentando temperaturas elevadas em fragmentos isolados referentes às áreas desprovidas de vegetação ativa, como gramíneas, pastos e plantações com perfil de monocultura. No mês de julho, devido a escassez de chuva, a cidade apresentou menores temperaturas do que seu entorno no período diurno, devido à perda de biomassa da vegetação. Por fim, no mês de setembro, o intraurbano apresentou-se mais aquecido do que as áreas vegetadas no entorno rural. Entretanto, a chuva abarcou o quadrante Norte e Noroeste da área de estudo, o que ocasionou uma disparidade de temperatura entre o rural e o urbano, evidenciado principalmente no intraurbano, onde as áreas com menor NDVI registraram as maiores intensidades de temperatura superficial.

Dessa forma, registrou-se o fenômeno da ICU superficial nos meses de abril e setembro de 2021, com intensidades de até 7°C. A rugosidade do espaço na área de estudo demonstrou, a partir da análise espacial da temperatura dos alvos, que tal fenômeno não ocorre de maneira homogênea.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A transformação da paisagem natural mediante à expansão territorial urbana implica alterações que são capazes de produzir climas antrópicos. Como produto destas modificações, geram-se as ilhas de calor, que afetam diretamente a qualidade de vida da população por meio do desconforto térmico e o surgimento ou agravamento de doenças.

A partir dos resultados obtidos, comprovou-se a ocorrência da ilha de calor superficial em Presidente Prudente, de maneira multiescalar, englobando junto a sua análise os elementos climáticos, atributos físicos e o perfil de uso e ocupação da terra. Assim, evidenciou-se que a

precipitação influencia diretamente a cobertura vegetal na área de estudo, tanto no urbano quanto em seu entorno rural.

Da mesma maneira que a precipitação é indissociável ao desenvolvimento vegetativo, a vegetação é intrínseca às temperaturas superficiais. Durante períodos de estiagem, as áreas mais aquecidas referem-se às parcelas de solos descobertos ou com predomínio de vegetação rasteira e pastagens, conforme indica o NDVI, enquanto as menores temperaturas correspondem a áreas de adensamento vegetativo, como os fundos de vale. Em contrapartida, em períodos com a presença de chuva, maiores intensidades das temperaturas dos alvos urbanos e a magnitude da ICU superficial se realçam.

Portanto, no presente artigo buscou-se evidenciar a importância de englobar os estudos do clima urbano ao planejamento das cidades, de modo que os espaços construídos e ocupados remetam o maior conforto possível aos seus habitantes.

REFERÊNCIAS

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

AMORIM, M. C. C. T. Spatial variability and intensity frequency of surface heat island in a Brazilian city with continental tropical climate through remote sensing. **Remote Sensing Applications: Society and Environment**, v. 9, p. 10–16, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.rsase.2017.11.001>. Acesso em: 20 dez. 2022.

AMORIM, M. C. C. T.; MONTEIRO, A. As temperaturas intraurbanas: exemplos do Brasil e de Portugal. **Confins [online]**, v.13. p. 1-18, 2011. Disponível em: <https://journals.openedition.org/confins/7284>. Acesso em: 26 jan. 2023.

CHEN, Y.; WONG, N. H. Thermal benefits of city parks. **Energy and Buildings**, v. 38, p. 105-120, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2005.04.003>. Acesso em: 3 jan. 2023.

DUBREUIL, V. *et al.* Os tipos de climas anuais no Brasil: uma aplicação da classificação de Köppen de 1961 a 2015. **Confins**, n. 37, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.4000/confins.15738>. Acesso em: 11 nov. 2022.

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

HOWARD, L. **The Climate of London**: Deduced from Meteorological Observations, Made at Different Places in the Neighbourhood of the Metropolis. 1 ed. Londres: W. Phillips, George Yard, Lombard Street, 1818, v.1. 221p.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico 2022**. Rio de Janeiro: IBGE, 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/22827-censo-demografico-2022.html?edicao=35938&t=resultados>. Acesso em: 07 jul. 2023.



JENSEN, J. R. **Sensoriamento remoto do ambiente: uma perspectiva em recursos terrestres.** Tradução: José Carlos Neves Epiphanyo (coordenador)... [et al.]. São José dos Campos: Parêntese, 2009. 598p.

LOMBARDO, M. A. **Ilha de calor nas metrópoles: o exemplo de São Paulo.** São Paulo: Hucitec, 1985

MAURO, D. R. **A relação entre a expansão das áreas construídas de Presidente Prudente/SP e a intensidade da temperatura aparente da superfície nos anos de 1989, 1999, 2009 e 2019.** 2020. 84f. Dissertação (Mestrado profissional em Geografia) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2020.

MENDES, F. H.; ROMERO, H.; SILVA FILHO, D. F. Cambio Climático adverso provocado por la urbanización sin planificación ni evaluación ambiental en Santiago de Chile. **Revista de Geografía Norte Grande**, Santiago, n. 77, 2020, p. 191-210. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34022020000300191>. Acesso em: 20 abr. 2023.

MONTEIRO, C. A. de F. Adentrar a cidade para tomar-lhe a temperatura. **Revista Geosul**, v. 5, n. 9, 1990. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/geosul/article/view/12739>. Acesso em: 17 out. 2023.

MONTEIRO, C. A. de F. **Teoria e clima urbano.** São Paulo: IGEOG/USP, 1976. (Série tesese monografias, n. 25).

OKE, T. R. *et al.* **Urban Heat Island.** In **Urban Climates** (pp.). Cambridge: Cambridge University Press, p.197-237, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1017/9781139016476.008>. Acesso em: 20 jan. 2023.

PORANGABA, G. F. O.; AMORIM, M. C. C. T. Temperatura da superfície da cidade de Cândido Mota/SP a partir da imagem de satélite Landsat 7. **Revista Geográfica de América Central Número Especial EGAL, 2011- Costa Rica II Semestre 2011**, p. 1-16. Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=451744820581>. Acesso em: 20 dez. 2022.

ROMERO, M. A. B. **A arquitetura bioclimática do espaço público.** Brasília: UNB, 2007. 226p.

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

SANT'ANNA NETO, J. L. Desafios da climatologia geográfica no Brasil: da competência técnica ao compromisso social. In: SILVA, C. A.; FIALHO, E. S. (Org.). **Concepções e Ensaio da Climatologia Geográfica.** 1ed. Dourados: Editora da UFGD, v. 1, p. 13-38, 2012.

SANTOS, M. **A natureza do espaço: técnica e tempo, razão e emoção.** 4ª edição. São Paulo: Hucitec, 2006.

SPOSITO, E. S. Presidente Prudente: crítica da formação histórica. In: WHITACKER, A. M.; MELAZZO, E. S. (coord.). **Conjuntura Prudente 2011.** Presidente Prudente, FCT/UNESP, 2011.

TARIFA, J. R. Análise comparativa da temperatura e umidade na área urbana e rural se São José dos Campos (SP). **Geografia**, v. 2, n. 4, p. 59-80, 1977. Disponível em: <https://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/ageteo/article/view/14785>. Acesso

TEIXEIRA, D. C. F.; AMORIM, M. C. de C. T. O clima urbano das cidades de pequeno porte do Oeste Paulista: análise das características térmicas de Presidente Venceslau, Santo Anastácio e Álvares Machado, Brasil. **Revista Brasileira de Climatologia**, [S. l.], v. 30, n. 18, p. 753–776, 2022. Disponível em: <https://ojs.ufgd.edu.br/index.php/rbclima/article/view/15396>. Acesso em: 20 jul. 2023.

TOMMASELLI, J. T. G. **Sinopse climática de Presidente Prudente – SP para o ano de 2015**. Relatório Técnico. 2016. 1p.

WENG, Q. Fractal analysis of satellite-detected urban heat island effect. **Photogrammetric Engineering & Remote Sensing**, v. 69, n. 5, p. 555-556, 2003. Disponível em: https://www.asprs.org/wp-content/uploads/pers/2003journal/may/2003_may_555-566.pdf. Acesso em: 5 jan. 2023

XIAN, G. ; CRANE, M., SU, J. Analysis of urban development and its environmental impact on the Tampa Bay watershed. **J. Environ. Manag.** 8, 2007, p. 965–976.