

PKS

PUBLIC
KNOWLEDGE
PROJECT

REVISTA DE
GEOGRAFIA

Programa de Pós-Graduação em Geografia da UFPE

OJS

OPEN
JOURNAL
SYSTEMS

<https://periodicos.ufpe.br/revistas/revistageografia>

ANÁLISE SOBRE A TEMPERATURA DA SUPERFÍCIE TERRESTRE COM UTILIZAÇÃO DE IMAGENS DE SATÉLITE

Bruno Zucuni Prina¹, Romario Trentin²

¹ Técnico de Laboratório: Geotecnologia e Topografia - Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS) - Campus Erechim; Doutor em Geografia (PPGGEO) – UFSM; Tecnólogo em Geoprocessamento (Colégio Politécnico) – UFSM; Técnico em Geomática (Colégio Politécnico) - UFSM, E-mail: brunozprina@gmail.com

² Doutor em Geografia; Professor de Geografia da UFSM, E-mail: romario.trentin@gmail.com

Artigo recebido em 20/11/2019 e aceito em 09/06/2020

Resumo: As áreas verdes possuem uma grande importância na manutenção da Temperatura da Superfície Terrestre (TST). A partir dessa preocupação, o presente trabalho tem o objetivo de analisar o comportamento da temperatura da superfície terrestre, em graus Celsius (°C), em locais próximos à incidência de áreas com vegetação localizadas às margens do rio Jaguari, no município de Jaguari (RS), com o intuito de verificar a influência dos usos da terra na formação de áreas com manchas de calor. Com intuito de investigar a dinâmica da TST, com a proximidade de áreas vegetadas ao longo dos cursos de água do rio Jaguari, recuperamos a informação da TST a partir do uso da banda 10 do sensor infravermelho termal (TIRS – Thermal Infrared Sensor) do satélite Landsat-8. Entre os resultados obtidos, salienta-se que há uma grande importância das áreas verdes para a manutenção da temperatura da superfície, principalmente em áreas urbanizadas. Destarte, concluiu-se que as áreas verdes podem ser grandes colaboradoras para a manutenção de temperaturas mais amenas da superfície local. Assim, a conservação destas áreas é de grande relevância para a dinâmica climática, principalmente das áreas urbanizadas.

Palavras-chave: LandSat-8. Geoprocessamento. Banda termal. Uso e cobertura da terra.

EARTH SURFACE TEMPERATURE ANALYSIS USING SATELLITE IMAGES

Abstract: The green areas are of great importance in maintaining the Earth's Surface Temperature (TST). Based on this concern, the present paper aims to analyze the behavior of the Earth's surface temperature, in degrees Celsius (°C), in close locations the incidence of areas with vegetation located on the banks of the Jaguari River, in the municipality of Jaguari (RS), in order to verify the influence of land uses in the formation of areas with heat stains. In order to investigate the dynamics of TST, with the proximity of vegetated areas along the waterways of the Jaguari River, we retrieved TST information from the use of band 10 of the thermal infrared sensor (TIRS - Thermal Infrared Sensor) of the satellite Landsat-8. Among the results obtained, it should be noted that there is a great importance of green areas for maintaining surface temperature, especially in urbanized areas. Thus, it was concluded that green areas can be great collaborators for the maintenance of milder temperatures on the local surface. Thus, the conservation of these areas is of great relevance for the climatic dynamics, mainly of the urbanized areas.

Key-words: LandSat-8. Geoprocessing. Thermal band. Occupation and coverage of the land.

INTRODUÇÃO

Analisar a dinâmica espacial é de grande importância, e, nesse trabalho, há o foco de realizar uma análise interligada à temperatura da superfície, em conjunto com a utilização de imagens de satélite. Nos últimos anos, com os grandes avanços geotecnológicos, as opções de mapeamento expandiram-se, perpassando por acentuadas melhorias na área da geoinformação, com ênfase às ferramentas de geoprocessamento e sensoriamento remoto.

Coelho e Correa (2013) destacam que o sensoriamento remoto, nas últimas décadas, vem adquirindo uma grande aceitação no meio acadêmico, motivado pela influência do acesso a *hardwares*, *softwares* e produtos gratuitos como as imagens de satélites, dados interferométricos, entre outros, complementando as análises e aplicações, a exemplo das pesquisas geográficas.

Moreira e Galvêncio (2007) explicitam que nos últimos anos o processo de urbanização nas cidades brasileiras ocorreu de forma acelerada, com grandes concentrações populacionais, gerando grandes centros urbanizados, sem que houvesse melhoria na qualidade de vida da população. Lombardo (apud MOREIRA e GALVÊNCIO, 2007) destaca que o crescimento urbano acelerado sem um planejamento dos usos da terra, perpassa por um descontrole na situação pública, podendo colocar em risco a qualidade de vida da população.

Segundo Ritter (2009), a minimização de áreas verdes juntamente com os aspectos interligados a condutividade elétrica e a radiação solar, acaba por sintetizar diferenças de temperatura terrestres superiores a 10 °C entre a cidade e o campo.

Feitosa et al. (2011) verificaram em um estudo de 20 anos sobre a urbanização no Piauí que a alteração do clima de uma cidade é motivada por diversas transformações, entretanto, concluíram que o fator mais significativo foi a supressão da cobertura vegetal que interfere diretamente sobre as variáveis meteorológicas.

Moreira e Galvêncio (2007) a distribuição espacial das temperaturas na cidade de Recife, PE, com uso de imagens LandSat-7, como subsídio para o planejamento urbano e consequente melhoria na qualidade de vida da população.

Gusso, Fontana e Gonçalves (2007) propuseram um estudo sobre a análise da temperatura da superfície com uso de imagens do sensor AVHRR/NOAA, no estado do Rio Grande do Sul, comparando os resultados com a amostragem de distintos algoritmos. Ao fim, os autores enfatizam que essas imagens são adequadas para esse mapeamento.

Nóbrega e Santiago (2014) realizaram a identificação de tendência no comportamento das temperaturas da superfície do mar, nos oceanos Atlântico Norte e Sul, e no Pacífico Leste e Central, além da relação desses com a variabilidade temporal da precipitação em Pernambuco.

Nesse trabalho haverá o uso de imagens do satélite LandSat-8, entretanto, ao analisar a literatura científica, há outras fontes de dados que também são utilizadas para a análise da temperatura. Um exemplo, refere-se ao trabalho de Santos et al. (2020) o qual utilizaram de imagem do sensor MODIS para analisar a temperatura da superfície em Pernambuco (PE).

Os estudos atrelados a temperatura da superfície possuem diversificadas finalidades. No trabalho de Lotufo et al. (2020) há o foco específico para utilizar esses dados a fim de auxiliar na identificação de áreas de queimadas no estado do Mato Grosso, junto com a utilização de imagens LandSat-8.

O objetivo geral desse trabalho foi o de analisar o comportamento da temperatura da superfície terrestre, em graus Celsius (°C), em locais próximos à incidência de áreas com vegetação localizadas às margens do rio Jaguari, no município de Jaguari (RS), com o intuito de verificar a influência dos usos da terra na formação de áreas com manchas de calor.

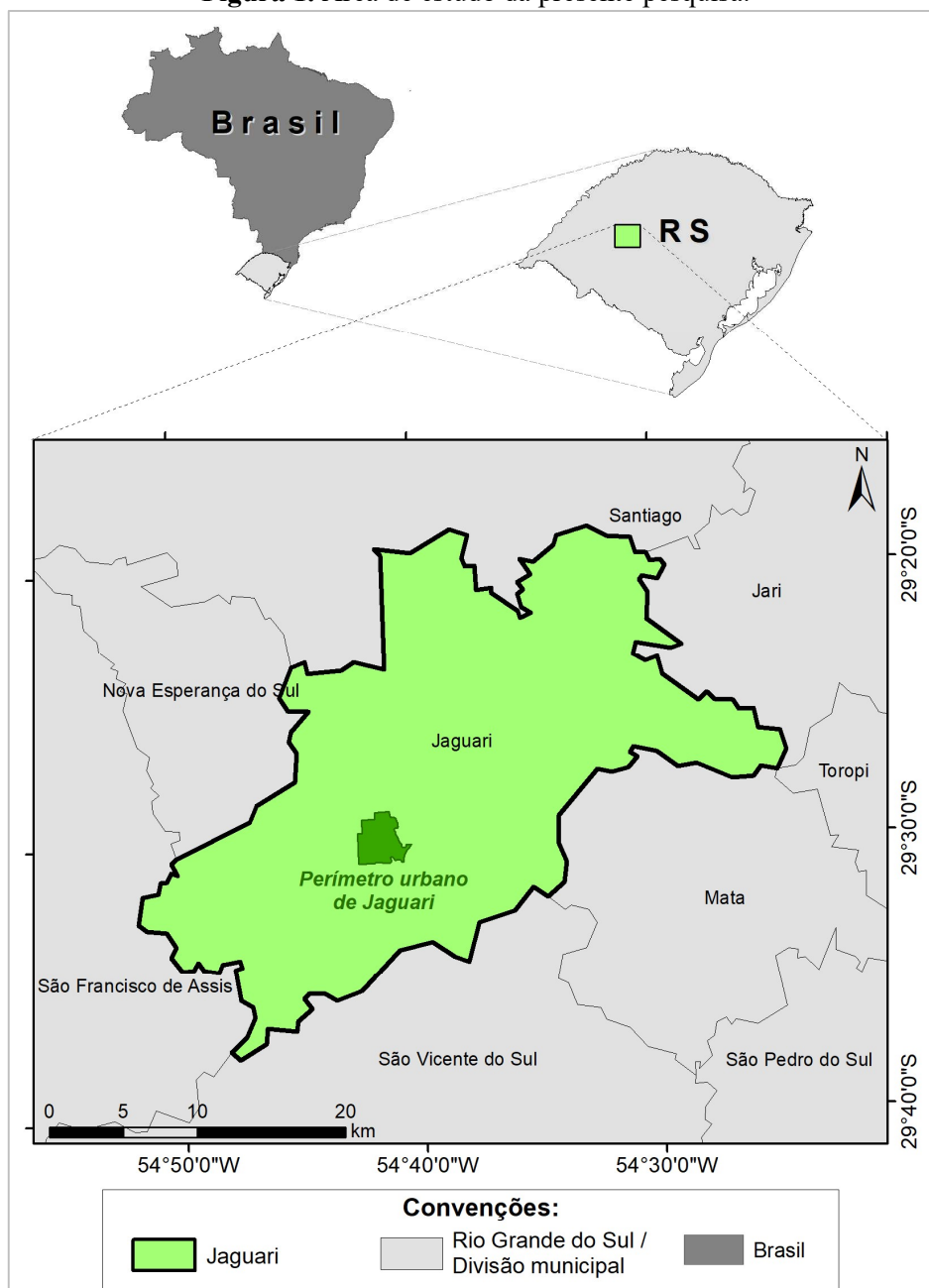
Salienta-se que o problema desse trabalho está contido na resolução da seguinte questão: “qual a relação entre a proximidade de áreas com vegetação junto a dinâmica da temperatura da superfície terrestre?”

Justifica-se, desse modo, analisar questões interligadas a importância das áreas verdes (vegetação) junto a manutenção da temperatura da superfície terrestre. Desse modo, com esse ensaio metodológico, será possível analisar a dependência (ou não) das áreas verdes às áreas urbanas, evitando ou minimizando a influência das ilhas de calor em relação a dinâmica climatológica local.

MATERIAL E MÉTODOS

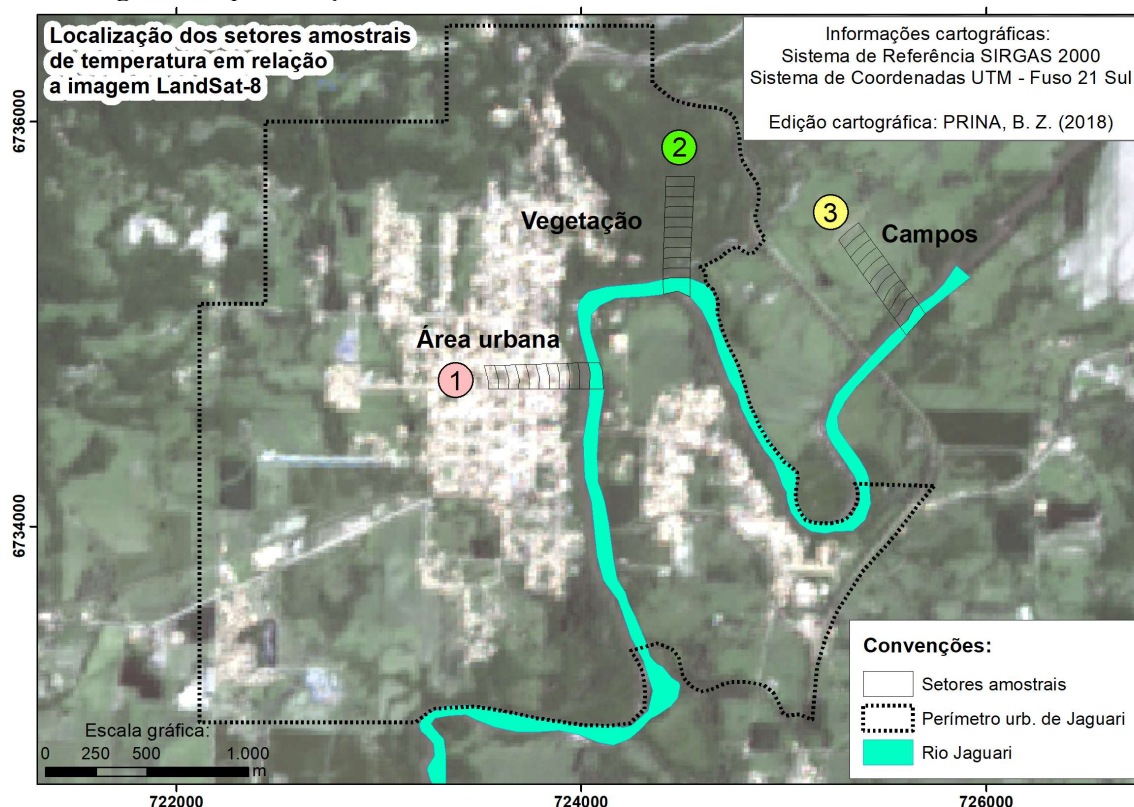
A área de estudo da presente pesquisa refere-se ao município de Jaguari, localizado na região centro-oeste do estado do Rio Grande do Sul (Figura 1). As unidades amostrais, englobadas na etapa metodológica, foram alocadas nas imediações do rio Jaguari, próximas ao perímetro urbano (Figura 2).

Figura 1. Área de estudo da presente pesquisa.



Fonte: Organizado pelos autores.

Figura 2. Apresentação detalhada da área de estudo e dos locais a serem analisados.



Fonte: Organizado pelos autores.

Antes de segmentar os procedimentos metodológicos envolvidos nesse trabalho, há de citar os aplicativos e os materiais que foram utilizados.

Dentre os aplicativos, pode-se referenciar o ArcGIS (versão 10.1), utilizado com o intuito de compor os aspectos metodológicos de desenvolvimento do mapeamento da temperatura da superfície e análises detalhadas com suporte de utilização das ferramentas de SIG.

O mapeamento da temperatura da superfície terrestre (TST) foi realizado no *software* de geoprocessamento ArcGIS (verão 10.1). Para tanto, foi utilizado uma imagem do satélite LandSat-8, sensores OLI e TIRS, Órbita/Ponto 223/080, de sete de fevereiro de 2015. Essa imagem foi obtida por meio do sítio do Serviço Geológico Americano (*United States Geological Survey* - USGS), junto ao link <<https://earthexplorer.usgs.gov/>>.

Analisou-se apenas uma imagem em função da questão do objetivo do trabalho, por se tratar da influência dos usos da terra na formação de áreas com manchas de calor. Assim, a ideia é associar as correlações entre esses dados, sem preocupar-se com a variação temporal da temperatura, ainda mais por se tratar de um município localizado no sul do Brasil, com clima

subtropical, onde as amplitudes térmicas são expressivas, com variações bruscas espaçadas em pequenos intervalos de tempo.

Ainda, referente à análise da imagem escolhida, deve-se destacar que a mesma foi obtida aproximadamente às 10 horas da manhã e, dessa forma, verifica-se a importância de associar o horário de obtenção da cena utilizada junto aos valores a serem obtidos no mapeamento da temperatura da superfície.

As estimativas dos valores de TST foram realizadas pela análise da banda do infravermelho termal, banda 10, do sensor TIRS do LandSat-8, a qual possui uma resolução espacial de 30 m, reamostrada a partir de uma imagem original de resolução de 100 m (USGS, 2020).

A imagem obtida, especificamente da banda 10, foi reprojetada para o sistema de referência SIRGAS 2000, em coordenadas Universal Transversa de Mercator (UTM), Fuso 21 Sul. Em seguida, foi realizada a extração das áreas úteis (*Clip*) das imagens em relação ao perímetro da área de estudo (município de Jaguarí, RS).

Salienta-se que para realizar a análise dos dados, a imagem recebeu um tratamento espacial, a fim de realizar a conversão das informações originais (disponíveis em níveis digitais) para reflectância (dados físicos), conforme metodologia evidenciada no sítio do USGS (2015). Essa etapa é de extrema importância para a realização da calibração radiométrica dos dados, gerando um resultado fisicamente correto.

Com isso, fez-se uso de duas equações disponibilizadas junto ao sítio do USGS: a equação 1 refere-se a fórmula de conversão dos níveis digitais da imagem para radiância espectral; a equação 2 trata-se especificamente da fórmula de conversão dos dados da Banda 10 (do Landsat-8) para temperatura da superfície.

Assim, a Banda 10 foi pré-processada por meio da Equação 1 e posteriormente pela Equação 2. Os dados então foram subtraídos da constante de “273,15” (valor absoluto da temperatura em Kelvin) para transformação em Graus Celsius (°C).

$$\rho\lambda = M_p * Q_{cal} + A_p \quad (\text{Eq. 1})$$

Tabela 1. Variáveis e constantes dispostas na Equação 1 (os valores para M_p e Q_{cal} foram obtidos a partir do arquivo no formato “*.MTL” das imagens obtidas do sítio do USGS).

Elementos da fórmula	Significado
$\rho\lambda$	Radiância Espectral do sensor de abertura (unidade: <i>Watts/(m² sr μm)</i>).
M_p	Fator multiplicativo de redimensionamento (<i>Banda 10: 0,00033420</i>).
A_p	Fator de redimensionamento aditivo específico (<i>Banda 10: 0,100000</i>).
Q_{cal}	Os valores de nível digital da banda, ou seja, é a entrada da própria banda no cálculo.

Fonte: Organizado pelos autores.

$$T = \frac{K_2}{\ln\left(\frac{K_1}{L\lambda} + 1\right)} \quad (\text{Eq. 2})$$

Tabela 2. Variáveis e constantes dispostas na Equação 2 (os valores obtidos encontram-se na bibliografia de Coelho e Correa, 2013).

Elementos da fórmula	Significado
T	Temperatura efetiva no satélite em Kelvin (K).
K_2	Constante de calibração 2 = 1321,08 (K).
K_1	Constante de calibração 1 = 774,89 (K).
$L\lambda$	Radiância espectral (unidade: <i>Watts/(m² sr μm)</i>).

Fonte: Organizado pelos autores.

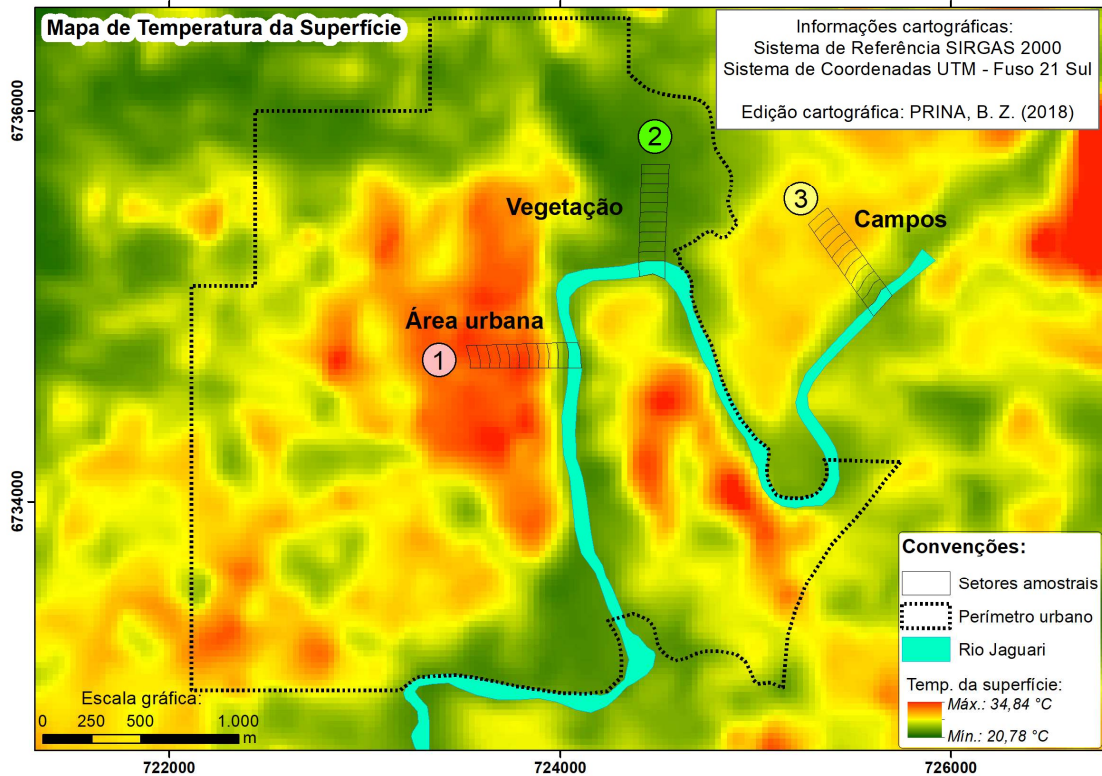
A análise da temperatura da superfície ocorreu em unidades amostrais específicas, os quais estivessem próximos ao rio Jaguarí, espaçados de forma regular, e representassem três áreas particulares: vegetação (área coberta com árvores), campos (área de gramíneas/pastagem) e áreas com incidência da urbanização (prédios, casas, ruas, calçadas). Dessa forma, é possível comparar a dinâmica da temperatura da superfície terrestre, e, além disso, comparar a variação dentre diferentes áreas com uso e cobertura terrestres. Deve-se destacar que é de conhecimento prévio dos autores as áreas delimitadas nos setores amostrais, sabendo que, nesses locais, existem os usos da terra mencionados (vegetação, campos e áreas com incidência da urbanização).

Com os dados de temperatura estimados, foram geradas faixas de abrangência (*Buffer*) em relação ao Rio Jaguarí e, nesses locais, verificou-se a dinâmica da temperatura. Vale salientar, que as faixas criadas apresentaram um espaçamento de 100 metros. Posteriormente, geraram-se gráficos com o intuito de melhor representar os dados analisados e entender, assim, a dinâmica da temperatura em distintos usos da terra.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O mapa de temperatura da superfície terrestre dentro do território municipal de Jaguarí está apresentado na Figura 3. A temperatura mínima registrada foi de 20,78 °C e a máxima foi de 34,84 °C, gerando assim uma amplitude de 14,06 °C (Figura 3).

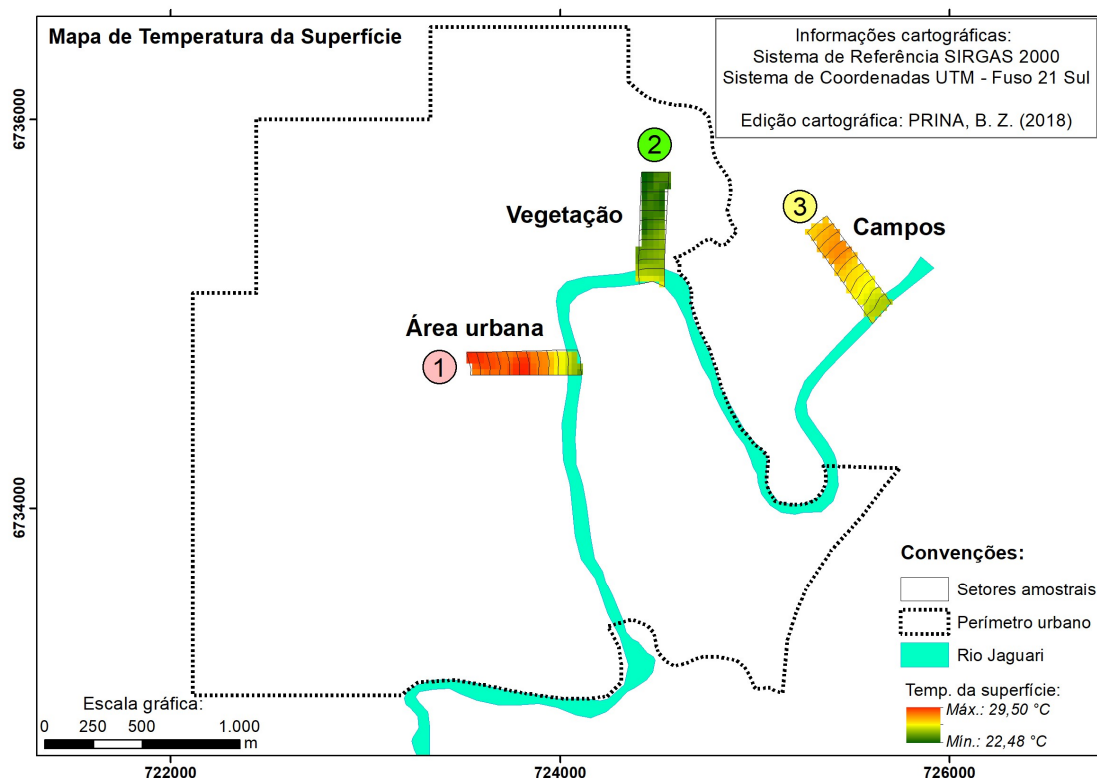
Figura 3. Apresentação dos dados compilados na etapa metodológica.



Fonte: Organizado pelos autores.

Entretanto, a análise específica da temperatura foi realizada apenas nos setores amostrais, com o intuito de verificar a sua variação em função dos diferentes usos da terra. Nos setores, a amplitude térmica registrada foi de 7,02 °C, com a variação da temperatura de 22,48 °C a 29,50 °C (Figura 4).

Figura 4. Detalhamento dos dados apresentados nos setores de análise.

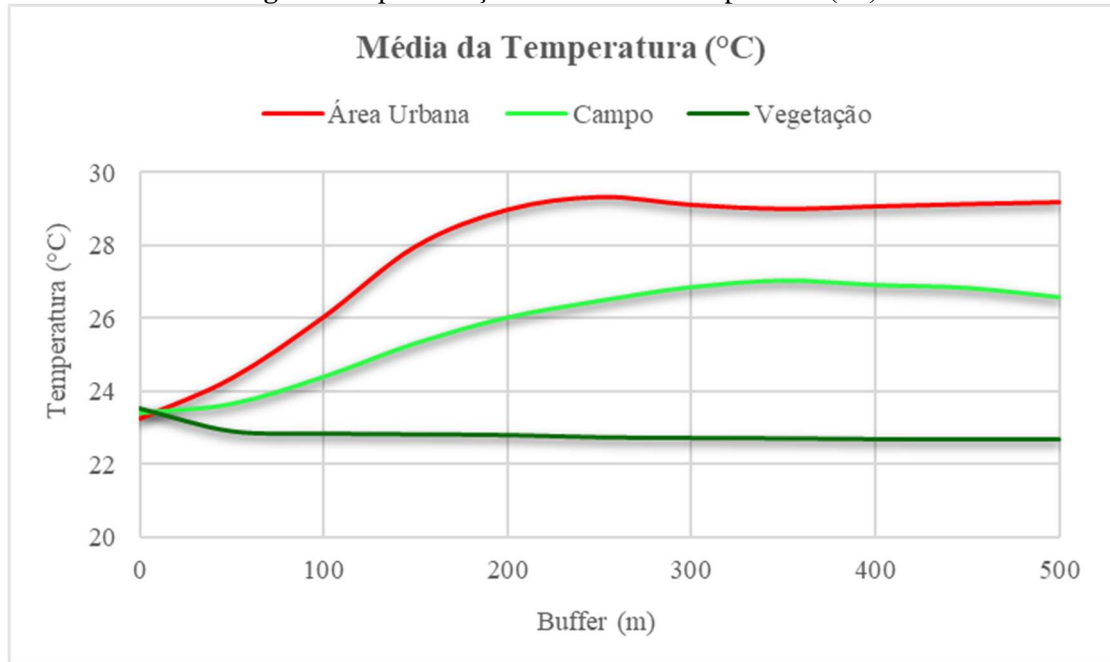


Fonte: Organizado pelos autores.

A seguir, há a apresentação do gráfico que simboliza a variação da temperatura média de cada setor amostral (nos *buffers* de 100 metros). Assim sendo, é visível que a temperatura localizada na área de vegetação, praticamente, não possui variação. Quanto mais distante ou quanto mais próximo às margens do rio Jaguari há a manutenção da temperatura, e, ainda, com um baixo valor. (Figura 5).

As áreas de campo e urbanizadas possuem uma tendência muito similar. Assim que há um distanciamento das margens (em que há vegetação) do rio Jaguari, há um aumento da temperatura. A diferença de ambas é que a temperatura da área urbanizada é superior à área de campo em torno de 3 °C (Figura 5).

Figura 5. Apresentação da média da Temperatura (°C).

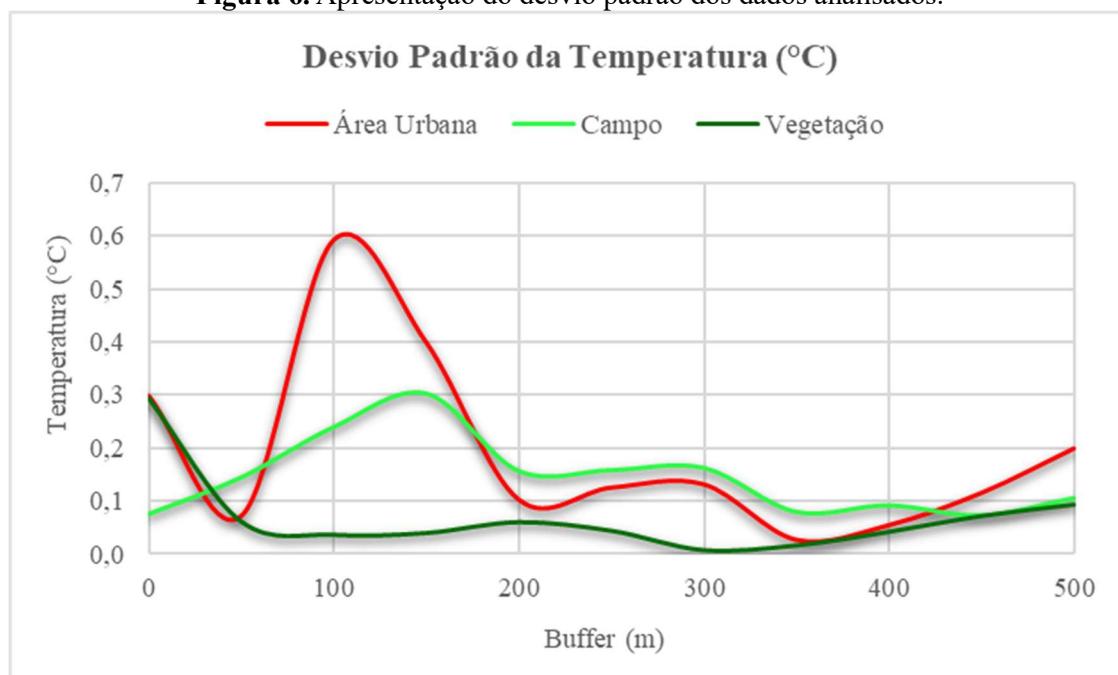


Fonte: Organizado pelos autores.

Com a finalidade de analisar a dispersão dos dados dentro de cada setor amostral foi plotado o gráfico dos desvios padrão por setor. (Figura 6). Verificou-se uma homogeneidade muito grande entre os dados de temperatura na área com vegetação. Já nas áreas de campo e urbanizadas houve maior variação da temperatura, nas proximidades do Rio Jaguari, uma vez em que esse é um local onde há a intersecção de áreas com vegetação junto as áreas urbanizadas e com incidência de campos.

A importância de possuir uma área de mata junto às encostas do rio Jaguari, não apenas pela questão ambiental, mas também em função de que quanto mais próximo às margens, menor é a amplitude térmica da superfície. Dessa forma, presume-se que a dinâmica da temperatura está diretamente relacionada com a variação no tipo de cobertura e uso da terra, sendo admissível notificar que as áreas vegetadas possuem maior potencial de manutenção de temperaturas amenas.

Figura 6. Apresentação do desvio padrão dos dados analisados.



Fonte: Organizado pelos autores.

CONCLUSÕES

Conclui-se que as áreas verdes podem ser grandes colaboradoras para a manutenção de temperaturas mais amenas da superfície local. Assim, a conservação destas áreas é de grande importância para a dinâmica climática, principalmente de áreas urbanizadas.

Sugere-se, em próximos trabalhos, realizar análises similares a estas, com o intuito de diagnosticar a importância das áreas verdes em áreas urbanizadas, principalmente na estruturação de praças e afins, as quais possuem como foco a presença de áreas verdes.

REFERÊNCIAS

- COELHO, A. L. N.; CORREA, W. de S. C. **Temperatura de superfície Celsius do sensor TIRS/Landsat-8: metodologia e aplicações**. Rev. Geogr. Acadêmica v.7, n.1 (xii.2013), ISSN 1678-7226.
- FEITOSA, S. M. R.; GOMES, J. M. A.; NETO, J. M. M. ANDRADE, C. S. P. de. **Consequências da urbanização na vegetação e na temperatura da superfície de Teresina - Piauí**. REVSBAU, Piracicaba – SP, v.6, n.2, p.58-75, 2011.
- GUSSO, A.; FONTANA, D. C.; GONÇALVES, G. A. **Mapeamento da temperatura da superfície terrestre com uso do sensor AVHRR/NOAA**. Pesq. agropec. bras., Brasília, v.42, n.2, p.231-237, fev. 2007.

LOTUFO, J. B. da S.; MACHADO, N. G.; TAQUES, L. de M.; MÜTZENBERG, D. M. de S.; NETO, N. L.; BIUDES, M. S. **Índices Espectrais e Temperatura de Superfície em Áreas Queimadas no Parque Estadual do Araguaia em Mato Grosso.** Revista Brasileira de Geografia Física v.13, n.02 (2020) 648-663.

MOREIRA, E. B. M. GALVÍNCIO, J. D. **Espacialização das temperaturas à superfície na cidade do Recife, utilizando imagens TM – Landsat 7.** Revista de Geografia. Recife: UFPE – DCG/NAPA, v. 24, no 3, set/dez. 2007.

NÓBREGA, R. S.; SANTIAGO, G. A. C. F. **Tendência de temperatura na superfície do mar nos Oceanos Atlântico e Pacífico e variabilidade de precipitação em Pernambuco.** Mercator, Fortaleza, v. 13, n. 1, p. 107-118, jan./abr. 2014.

RITTER, M. E. **The Physical Environment: an Introduction to Physical Geography.** Climate. Disponível em:
<http://www.uwsp.edu/geo/faculty/ritter/geog101/textbook/climate_systems/urban_climate.html>. Acesso em: 04 set. 2019.

SANTOS, C. V. B.; CARVALHO, H. F. S.; SILVA, M. J.; MOURA, M. S. B.; GALVÍNCIO, J. D. **Uso de Sensoriamento Remoto na análise da temperatura da superfície em áreas de floresta tropical sazonalmente seca.** Revista Brasileira de Geografia Física v.13, n.03 (2020) 941-953.

United States Geological Survey - USGS. **Earth Explorer.** Disponível em:
<<https://earthexplorer.usgs.gov/>>. Acesso em 20 jan.2020.