Artigo Compacto

Uso de geotecnologias na análise da relação entre o índice de vegetação e a temperatura de superfície na cidade de Belém-PA

Use of geotechnologies in the analysis of the relationship between vegetation index and surface temperature in the city of Belém-PA

Aline Porto, Universidade Federal do Pará, alineporto@hotmail.com
Luís Maurício Maués, Universidade Federal do Pará, maues@ufpa.br
Camila Verbicaro, Faculdade Integrada Brasil Amazônia, camilaverbicaro@hotmail.com
Milena Rabelo, Universidade Federal do Pará, milenalgrabelo@gmail.com

PORTO, Aline; MAUÉS, Luís Maurício; VERBICARO, Camila, RABELO, Milena. Uso de geotecnologias na análise da relação entre o índice de vegetação e a temperatura de superfície na cidade de Belém-PA. In: III SIMPÓSIO NACIONAL DE GESTÃO E ENGENHARIA URBANA: SINGEURB, 2021, Maceió. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2021. p. 105-113.
Disponível em: https://eventos.antac.org.br/index.php/singeurb/issue/view/14

RESUMO

A ocupação desordenada das grandes cidades resulta, entre outros fatores, na substituição dos materiais de superfície natural, trazendo além da mudança da paisagem, a mudança do clima urbano. A presente pesquisa objetiva relacionar o índice vegetativo e o comportamento da temperatura de superfície, através da aplicação de ferramentas de georreferenciamento, sendo neste estudo utilizadas imagens do satélite Landsat 8, do ano de 2019, que foram tratadas no software Quantum Gis (QGis), gerando dois produtos, o Mapa de Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) e o Mapa de temperatura de superfície. Tanto as imagens Landsat e o software QGis são ferramentas gratuitas. O objeto de estudo deste trabalho foi a Cidade de Belém, capital do Estado do Pará, que possui clima Equatorial Quente úmido. O Mapa de temperatura de superfície apontou os picos de Ilha de calor, o que possibilitou a identificação da ausência de vegetação abundante nestas áreas, além disso, observou-se que as Zonas de proteção ambiental, onde existe maior índice vegetativo, apresentam menores temperaturas. Este artigo faz parte da tese de doutorado que está sendo desenvolvida por parte dos autores.

Palavras-chave: Clima Urbano, Ilhas de Calor Urbanas, Índice de vegetação, Geoprocessamento**.**

ABSTRACT

The disorderly occupation of large cities results, among other factors, in the replacement of natural surface materials, bringing, in addition to changing the landscape, a change in the urban climate. This research aims to relate the vegetative index and surface temperature behavior through the application of georeferencing tools, using Landsat 8 satellite images from the year 2019, which were treated in the Quantum Gis (QGis) software, in this study. two products, the Normalized Difference Vegetation Index Map (NDVI) and the Surface Temperature Map. The object of study of this work was the City of Belém, capital of the State of Pará, which has an Equatorial Warm and humid climate. The surface temperature map pointed out the Heat Island peaks, which enabled the identification of the absence of

abundant vegetation in these areas. Furthermore, it was observed that the Environmental Protection Zones, where there is a higher vegetative index, have lower temperatures. This article is part of the doctoral thesis being developed by the authors.

Keywords: Urban Climate, Urban Heat Islands, Vegetation Index, Geoprocessing.

1 INTRODUÇÃO

Em relação ao clima urbano, Vianna (2018) aponta a importância de identificar as características da cidade e seus atributos, pois a mesma acredita que o campo térmico urbano é formado a partir destes fatores. A autora ainda cita os elementos que são influenciados pela urbanização: vento, áreas verdes, som, etc. Lowry (1967), citado por Pacifi (2019), aponta as alterações das variáveis climáticas devido a cinco fatores: a) materiais altamente condutores; b) estrutura urbana em relação a carta solar; c) abundancia de fontes de calor; d) redução da evapotranspiração; e) presença de partículas no ar.

A urbanização modifica drasticamente o fluxo de calor de superfície, sendo que o principal fator que contribui para este fenômeno é a substituição da vegetação pelo asfalto e o concreto (SOUZA, SILVA, & SILVA, 2016). Nakata-Osaki et al. (2016) destacam ainda como características da urbanização que contribuem para a troca de energia e condições térmicas, a poluição do ar, as superfícies impermeáveis, as propriedades térmicas dos materiais e a geometria urbanas, até mesmo o aumento do número de veículos contribuem com as mudanças climáticas, aumentando o nível de CO2 na atmosfera terrestre.

A cobertura de superfície pode ser vegetativa (seja ela rasteira, arbustiva, ou grande porte), material impermeável (concreto, asfalto, etc), semipermeável (blocrete, piso grama, etc), corpos d'água. Cada material possui características (cor, composição química, rugosidade, forma construtiva, entre outros) que irão influenciar na temperatura do ambiente.

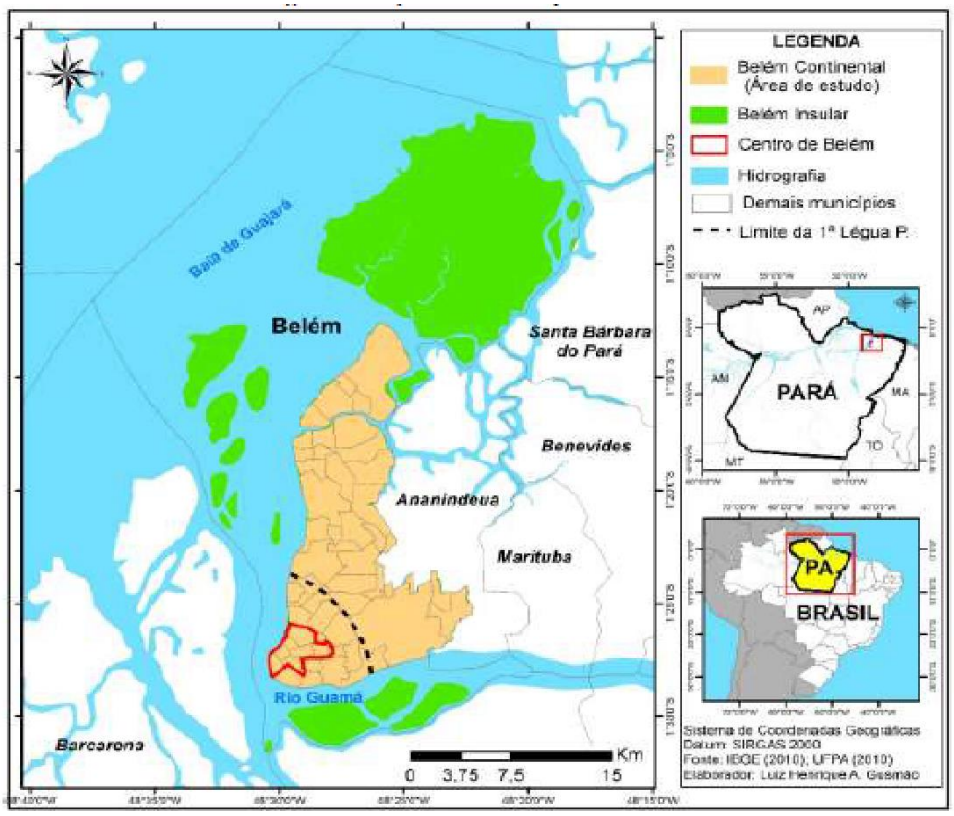
Almeida e Vasconcellos (2018) afirmam que a vegetação contribui para a diminuição da temperatura, seja através da evapotranspiração, através das sombras geradas pelas mesmas, ou até mesmo pela influência no movimento do ar e das trocas de calor. A evapotranspiração das árvores provoca melhores sensações térmicas aos seres humanos e ao ambiente de entorno, contribuindo com o processo de termo regulação, que é a regulação da temperatura corporal de alguns seres vivos com o meio (TAKASHIMA-OLIVEIRA et al, 2018).

Vianna (2018) explica que os índices de vegetação são medidas radiométricas adimensionais que indicam a presença de vegetação verde, considerando o Índice de Área Foliar (IAF), porcentagem de cobertura verde, teor de clorofila, biomassa verde, e radiação fotossinteticamente ativa absorvida (APAR). Este índice consiste em uma equação que tem como variáveis as bandas do vermelho e infravermelho próximo.

2 CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA DE BELÉM – PA

O objeto de estudo deste artigo é a cidade de Belém, que se localiza às margens do Rio Guamá (ao sul) e da Baía do Guajará (ao oeste), entre coordenadas geográficas 1°28'03"S e 48°29'18"W, está há 4 metros acima do nível do mar. É a capital do Estado do Pará, encontra-se na Região Norte do Brasil (Figura 1).

Figura 1 – Localização do Município de Belém



Fonte: Gusmão e Soares (2018)

O clima de Belém, de acordo com a classificação climática de Köppen-Geiger, está inserido no bioclima Af, pertence ao clima equatorial quente úmido, sem ocorrência de inverno estacional. Zona Bioclimática 8, segundo a NBR 15220/2005 (ABNT, 2005). Bastos et al. (2002) explicam que as altas temperaturas de Belém se devem a elevada radiação solar incidente, onde parte desta energia é convertida em calor latente de evaporação e a outra parte convertida em calor sensível, que aquece o ar. Outro fator é a proximidade da linha do Equador. Ainda afirmam que as chuvas em Belém são divididas em três situações: a) de dezembro a maio, época mais chuvosa, devido a Zona de Convergência Intertropical (ITCZ), provocadas pelos efeitos da mesoescala, propagando-se para o oeste; b) de junho a agosto, final do período chuvoso, com chuvas provocadas por efeitos locais, geralmente, vindas do sudeste; C) de setembro a novembro, período de estiagem, onde a precipitação é provocada geralmente pelos fenômenos de mesoescala.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O objeto de estudo desta pesquisa é cidade de Belém, no estado do Pará. Para a elaboração do mapa termal foram operadas imagens Landsat 8, obtidas 26 de junho de 2019, horário 13:23 UTM, disponibilizadas gratuitamente pelo site da USGS (United States Geological Survey). Devido à grande incidência de chuvas na região, é comum a presença de nuvens, desta forma, não foi possível obter imagens com até 10% de cobertura de nuvem, o melhor resultado encontrado foi com 20% de cobertura.

Para obtenção do recorte da área da cidade de Belém, utilizou-se o shapefile disponibilizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2019), que foi aplicado sobre a imagem obtida do Landsat 8 e recortado. O software utilizado foi o QGIS para o tratamento das imagens.

Para a obtenção da imagem termal a banda selecionada foi a banda 10, sensor TIRS, com resolução espacial 100 metros. 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 de superfície, 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.

Para o cálculo de Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI) no Landsat 8 são utilizadas a banda 5 (infravermelho), e a banda 4 (Faixa vermelha), onde é gerada uma equação com o objetivo de identificar os locais que ocorrem fotossíntese mais intensa. Os valores obtidos estão entre -1 e 1, indicando maior ou menor presença de vegetação.

NDVI = IR – R / IR + R (2)

Onde:

IR = Infrared (Infravermelho próximo);

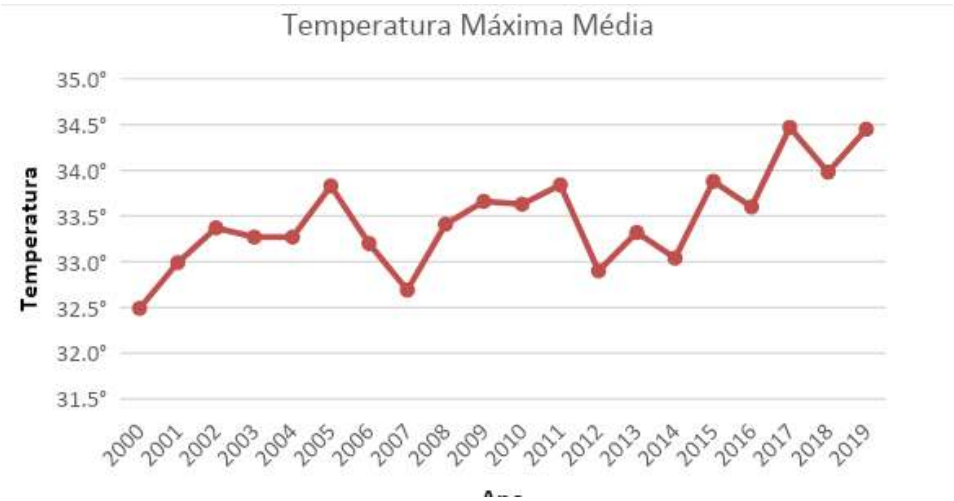
R = Red (vermelho).

Após a obtenção dos dois mapas (termal e NDVI) foi realizada a comparação dos dados.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O Instituto nacional de Meteorologia (INMET) disponibiliza dados climáticos de diversas cidades brasileiras. No gráfico a seguir estão expostas as temperaturas máximas e mínimas do mês de setembro dos anos 2000 a 2019. Apesar das oscilações, de maneira geral, foi verificado um aumento na temperatura do ar em 2 °C (Figura 2).

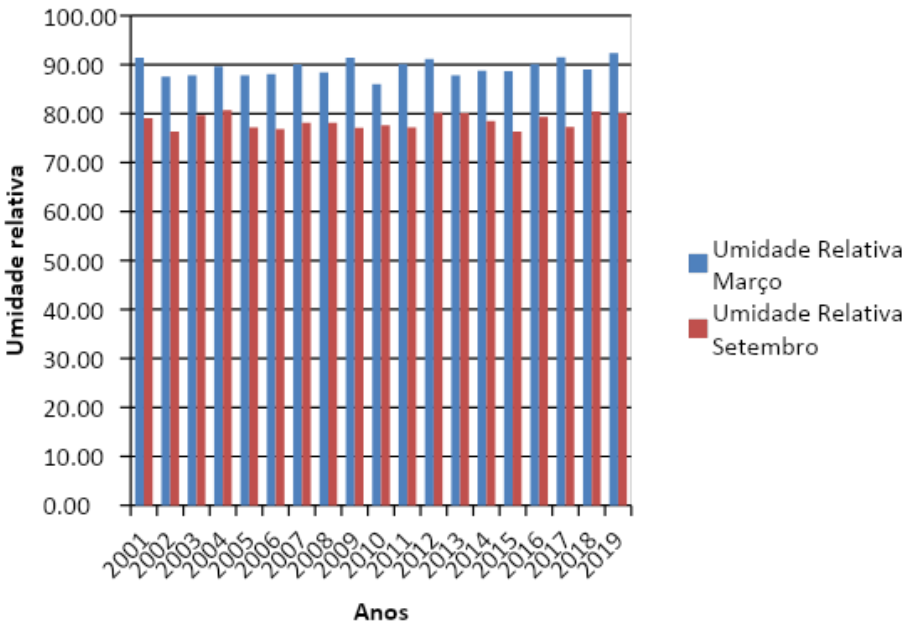
Figura 2 – Gráfico de temperaturas Médias dos meses de setembro de 2000 a 2019



Fonte: INMET, 2019

Outro dado climático importante é a umidade, que está diretamente ligada a evapotranspiração. A Figura 3 apresenta o gráfico com os índices de umidade relativa do ar das duas últimas décadas, nos meses de março (mês com muita chuva) e setembro (mês com menos incidência de chuva). Observou-se que a umidade nas últimas duas décadas, apesar de sofrer variação, não diminuiu, ao contrário, apresentou um pequeno aumento. Observa-se também, que durante o período chuvoso a umidade relativa do ar chegou a ser maior do que 90% em alguns anos.

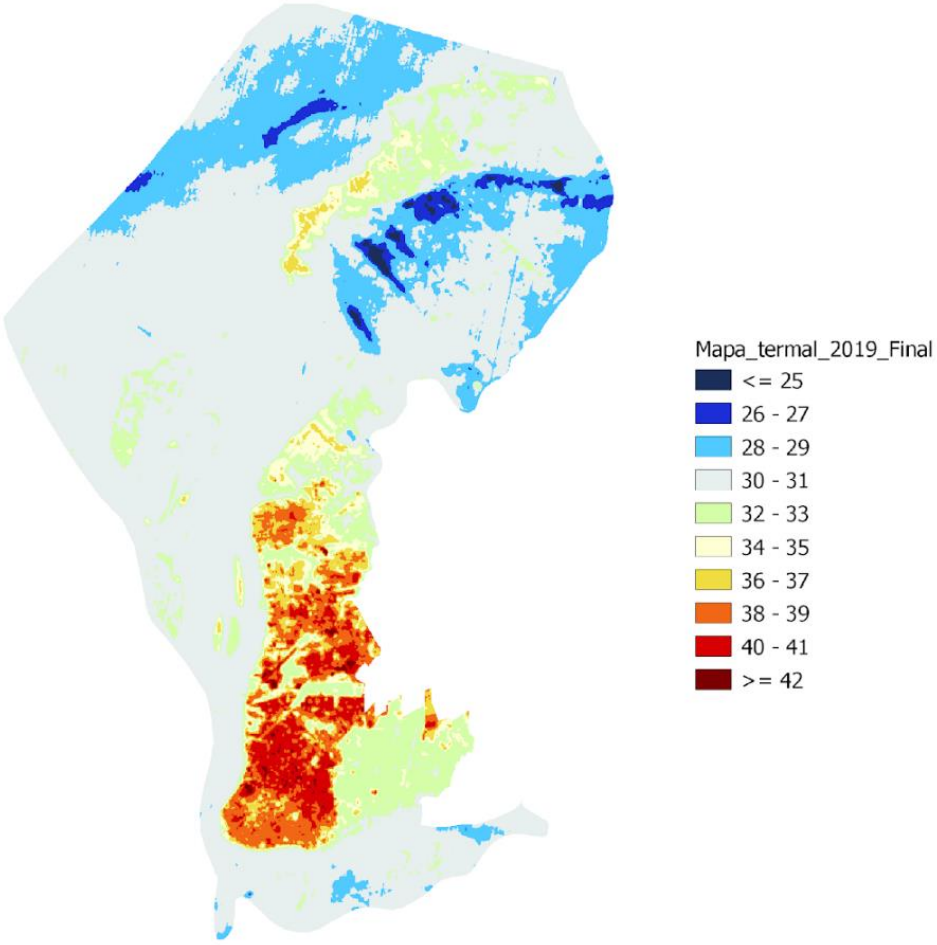
Figura 3: Média Anual da Umidade relativa do Ar (2011-2019)



Fonte: INMET, 2019

O Mapa de calor da cidade de Belém (Figura 4) demonstra claramente que as áreas com maior presença de vegetação apresentam menor temperatura do que as áreas construídas, estas últimas substituíram as superfícies naturais por outros materiais alterando as suas propriedades (albedo, permeabilidade, etc). A substituição da vegetação por superfícies asfálticas ou de concreto, além das modificações das propriedades da superfície, afeta também a evapotranspiração, e o sombreamento.

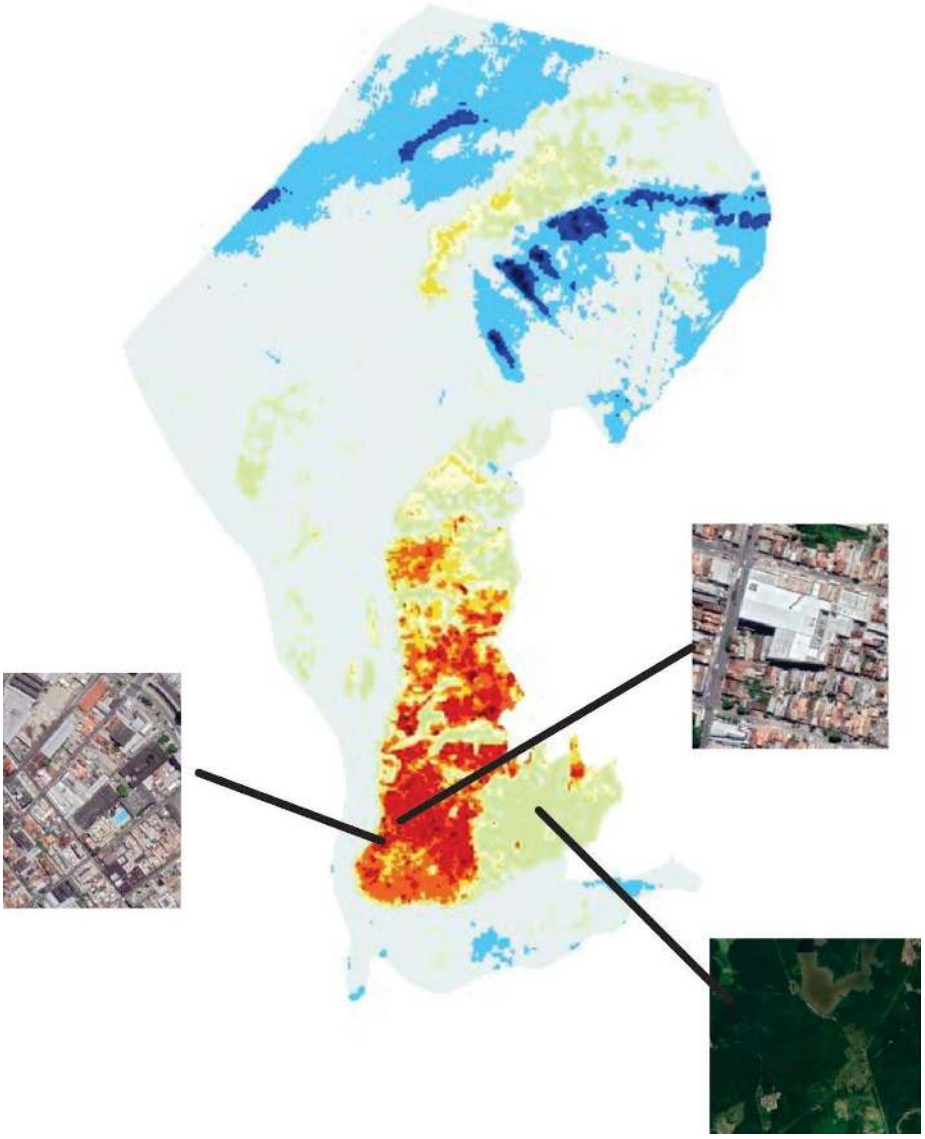
Figura 4 – Mapa de Calor



Fonte: Autores (2021)

Em todos os picos de Ilhas de Calor Urbanas presentes no Mapa de Calor gerado nenhum demonstraram presença de densa vegetação. Da mesma forma, as áreas das ilhas e as localizadas nas Zonas de proteção ambiental, onde possuem grande quantidade de cobertura vegetal, apresentaram temperaturas menores (Figura 5).

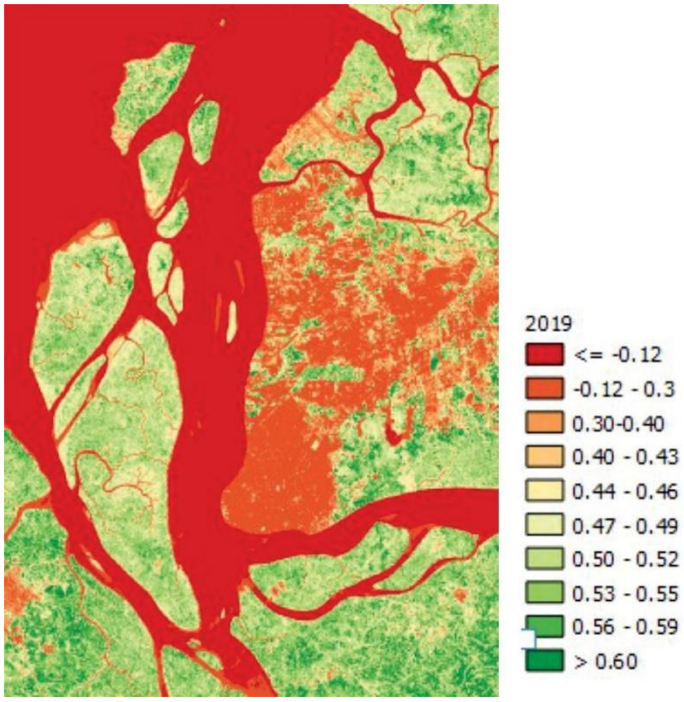
Figura 5 – Áreas que apresentam maiores e menores temperaturas



Fonte: Autores (2021)

Analisando o mapa de NDVI, observou-se que em áreas de vegetação abundante os valores de NDVI são maiores, e em áreas com menor presença de vegetação acontece o contrário, ou seja, valores menores de NDVI. Ming e Liu (2000) associam valores de NDVI maiores do que 0,60 com a presença de vegetação abundante, no Mapa de NDVI gerado a partir das imagens Landsat 8 pode-se observar as áreas que apresentam maiores índices (Figura 6).

Figura 6 – Mapa NDVI



Fonte: Autores (2021)

5 CONCLUSÕES

A partir da análise comparativa entre o Mapa Termal gerado e o Mapa de NDVI, pode-se perceber a relação direta entre a presença de camada vegetal no solo e a temperatura de superfície, onde as áreas com maior índice de vegetação possuem menores temperaturas de superfície. Em contrapartida, pode-se observar que os picos de Ilhas de Calor Urbanas não estão locados em áreas com grande quantidade vegetativa.

REFERÊNCIAS

NBR: 15220 - Desempenho térmico de edificações, 1 (2005).

Almeida, M. A. M. de, & Vasconcellos, V. M. N. de. (2018). Perfil dos métodos de análise mais usados na avaliação da influência da vegetação na temperatura do ar em ambientes externos no Brasil. Paranoá: Cadernos de Arquitetura e Urbanismo, 20, 1–19. https://doi.org/10.18830/issn.1679-0944.n20.2018.01

Bastos, T., Pacheco, N., Nechet, D., & Sá, T. (2002). Aspectos Climáticos de Belém no Últimos Cem Anos. Embrapa.

Coelho, A. L. N., & Correa, W. de S. C. (2013). Temperatura De Superfície Celsius Do Sensor Tirs/Landsat-8: Metodologia E Aplicações. Revista Geográfica Acadêmica, 7(1), 31. https://doi.org/10.18227/1678-7226rga.v7i1.2996

CORRÊA, L. V. (2011). ANÁLISE DOS EFEITOS TÉRMICOS DE SUPERFÍCIE NA CIDADE DE BELÉM-PARÁ-BRASIL UTILIZANDO IMAGENS DE SATÉLITE. Universidade Federal do Pará.

Givoni, B. (1994). URBAN DESIGN FOR HOT HUMID REGIONS. Renewable Energy, 5, 1047–1053.

Gusmão, L., & Soares, D. (2018). Produção desigual do espaço: o processo de verticalização em Belém (PA). Contribuciones a Las Ciencias Sociales, 2018–01.

IBGE, I. B. de G. e E.-. (2019). Belém. https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pa/belem/panorama

Nakata-Osaki, C. M., Souza, L. C. L. de, & Rodrigues, D. S. (2016). Impacto da geometria do cânion urbano na intensidade de ilha de calor noturna: análise através de um modelo simplificado adaptado a um SIG. Ambiente Construído, 16(3), 73–87. https://doi.org/10.1590/s1678-86212016000300093

PACIFICI, M. (2019). Urban Morphology and Climate: field assessment and numerical modeling of interactions. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

Souza, J. F. de., Silva, R. M., & Silva, A. M. (2016). Influência do uso e ocupação do solo na temperatura da superfície: o estudo de caso de João Pessoa – PB. Ambiente Construído, 16(1).

Takashima-Oliveira, T. T. G., Bezerra, P. E. S., Pontes, A. N., & Tavares-Martins, A. C. C. (2018). Modificações paisagísticas e implicações térmicas no distrito administrativo de Belém, Pará. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, 13(3), 404. https://doi.org/10.18378/rvads.v13i3.5648

VIANNA, E. O. (2018). O CAMPO TÉRMICO URBANO – Ilhas de Calor em Brasília DF. Universidade de Brasília.