

## ANÁLISE DA TEMPERATURA DE SUPERFÍCIE E DO ÍNDICE DE VEGETAÇÃO NO MUNICÍPIO DE BELÉM NA IDENTIFICAÇÃO DAS ILHAS DE CALOR

Eiky Tatsuya Ishikawa de Moraes<sup>1</sup> (eikytatsuya@outlook.com), Paulo Eduardo da Silva Bezerra<sup>1</sup> (pauloeduardoea@gmail.com), Ismael Ramalho da Costa Soares<sup>1</sup> (ismaelrcs18@yahoo.com.br), Ana Karla dos Santos Pontes<sup>1</sup> (anakarlapontes@hotmail.com)  
1 UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA - UFRA

### RESUMO

As questões ambientais cada vez mais têm ganhado força e relevância no mundo. As mudanças climáticas, globais ou regionais, têm sido um problema crescente em vários pontos do planeta, principalmente em zonas urbanas e por isso têm-se aumentado pesquisas e estudos acerca das variáveis que afetam diretamente na alteração da temperatura e microclima urbano, visto que tais alterações implicam no conforto térmico da população e por vezes na saúde. Por essa perspectiva, o presente trabalho visa analisar a relação da Temperatura de Superfície de Terreno (TST) com o Índice de Vegetação (IV), através da utilização de dados de NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) no município de Belém, no norte do Brasil. Foi utilizado também imagem do satélite Landsat-8, datado de 27 de junho de 2016 correspondente a órbita 223, ponto 261, para a geração de mapas temáticos. Foi constatado que em locais com menores valores de Índice de Vegetação, as temperaturas são mais elevadas variando de 30°C a 35°C, com presença de ilhas de calor, afetando o conforto térmico da população, e em zonas bem vegetadas, as temperaturas se mostraram bem mais amenas, de 23°C a 26°C.

**Palavras-chave:** Ilhas de calor, NDVI, Temperatura de Superfície.

## ANALYSIS OF SURFACE TEMPERATURE AND VEGETATION INDEX IN THE CITY OF BELÉM IN IDENTIFICATION OF THE HEAT ISLANDS

### ABSTRACT

Environmental issues have gained strength and relevance in the world. Global or regional climate change has been a growing problem in many parts of the world, especially in urban areas and therefore research and studies on the variables that directly affect changes in temperature and urban microclimate since it affects in the thermal comfort of the population and sometimes in health. From this perspective, the present work aims analyze the relationship of the Land Surface Temperature (LST) with the Vegetation Index (VI), through the use of NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) data in the municipality of Belém, Brazil. An image of the Landsat-8 satellite, dated June 27th, 2016, corresponding to orbit 223, point 261, was also used to generate thematic maps. It was observed that in places with lower values of Vegetation Index, temperatures are higher ranging from 30°C to 35°C, with the presence of heat islands, affecting the thermal comfort of the population, and in well vegetated areas, temperatures were much more soft, from 23°C to 26°C.

**Keywords:** Heat Islands, NDVI, Surface Temperature.

### 1. INTRODUÇÃO

O intenso processo de expansão demográfica ocorrido no Brasil, principalmente após os anos 1960 com o crescimento de atividades econômicas e anos 1970 com desenvolvimento de tecnologias, causou um grande processo de migração populacional do campo para a cidade,

propiciando um crescimento urbano acelerado, que inchou as cidades e desencadeou diversos problemas ambientais. A alteração do microclima local e urbano é um reflexo do intenso processo de ocupação das cidades (NASCIMENTO, 2011).

A cidade gera um próprio clima que é resultado da influência de vários fatores que agem sobre a malha urbana e alteram o clima em escala local, sendo a qualidade do ar, o impacto das chuvas e o conforto térmico, os efeitos mais sentidos pela população (MONTEIRO, 1976).

Mesmo com cada localidade no mundo tendo sua característica climática específica, há efeitos que se tornaram comuns diante do processo de urbanização e crescimento populacional das cidades, como o de aparecimento de ilhas de calor. Esse fenômeno consiste em áreas que contêm temperaturas de ar e superfície mais elevadas do que de áreas vizinhas e rurais (ARNFIELD, 2003)

As ilhas de calor ocorrem devido aos intensos processos de urbanização, com transformações na cobertura do solo, principalmente pela retirada da camada natural de vegetação e substituição por superfícies impermeáveis, como concreto ou asfalto, e alteram todo o ciclo energético da superfície, reduzindo e inviabilizando a evapotranspiração da vegetação e elevando a absorção de energia solar pela camada da superfície (BUYANTUYEV; WU, 2009). Os processos de urbanização também afetam a Temperatura de Superfície do Terreno (TST) que tem grande importância nos estudos sobre centros urbanos, pois seu papel é essencial no balanço energético da superfície, que resulta numa visão mais ampla sobre a influência da temperatura no conforto térmico dos cidadãos.

A partir de 1970, com os avanços tecnológicos, dados provenientes de satélites, principalmente da série Landsat, têm sido utilizados na obtenção da temperatura da superfície terrestre e na geração índices de vegetação, como é o caso do Normalized Difference Vegetation Index (NDVI). O NDVI mapeia a presença ou ausência de vegetação baseado no valor do pixel, também medindo a quantidade e condição da vegetação, dando suporte para uma melhor análise dos processos de alteração na cobertura vegetal relacionando a temperatura na superfície terrestre (ORHAN, 2014).

## 2. OBJETIVO

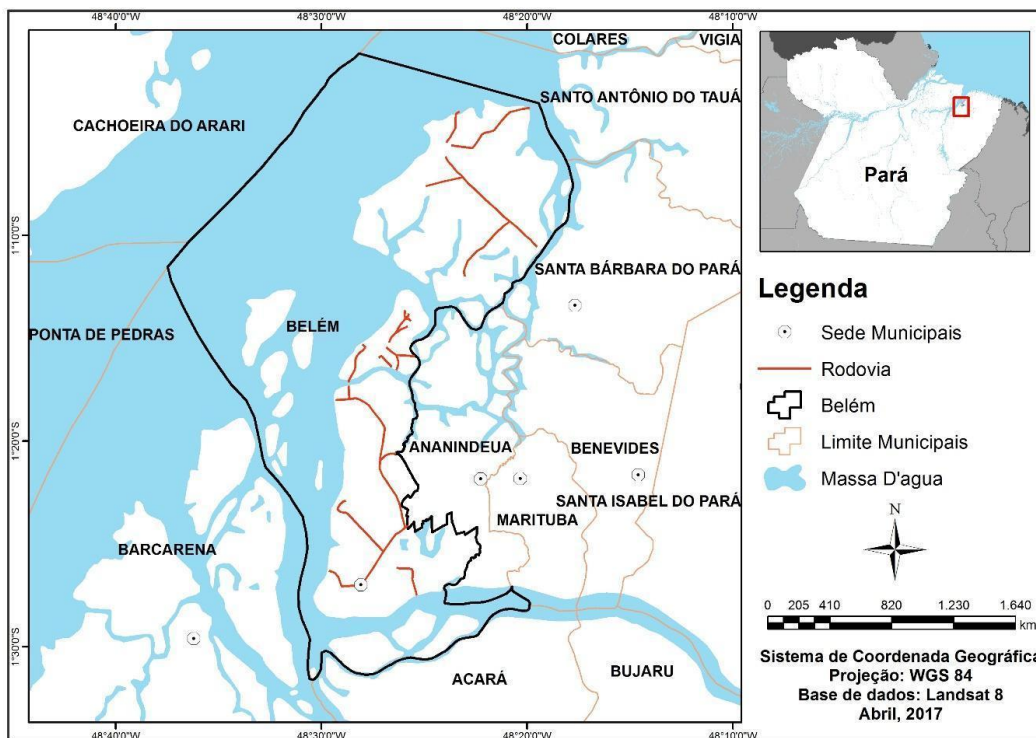
O objetivo do presente trabalho é estimar a relação da temperatura de superfície com o índice de vegetação, identificando os pontos de temperatura mais elevada no município de Belém-PA, utilizando-se para a análise as bandas 4, 5 e 10, do satélite Landsat-8.

## 3. METODOLOGIA

### 3.1 Área de Estudo

O município de Belém fica situado no estado do Pará, na região Norte do Brasil nas coordenadas de latitude 01° 27' 22" Sul e longitude 48° 30' 14" Oeste. Possui uma extensão territorial de 1.059,458 km<sup>2</sup>, e de acordo com o IBGE (2010) é o município mais populoso do Pará e o 12 do Brasil com uma população de 1.393,399 habitantes, apresentando uma densidade demográfica de 1.315 hab/km<sup>2</sup>.

Figura 1. Mapa de localização do Município de Belém



### 3.2 Aquisição dos dados

Para o desenvolvimento desta pesquisa utilizou-se a imagem do satélite Landsat 8 da data de 27 de junho de 2016 correspondente a órbita 223, ponto 261, disponível no site do United States Geological Survey (USGS).

Para a análise do NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) utilizou-se as bandas 4 (Banda do vermelho) e a banda 5 (banda do infravermelho próximo) e para a extração da temperatura de superfície terrestre utilizou-se a banda do infravermelho termal 10 do sensor TIRS (Thermal Infrared Sensor) sendo que todas as imagens possuem resolução espacial de 30 metros.

### 3.3 Índice de Vegetação

O NDVI está relacionado com parâmetros biofísicos da cobertura vegetal, como o índice de área foliar e biomassa (POZZONI, 2007). Quando se associa esses dois parâmetros, é possível analisar a mudança na vegetação e no uso e cobertura do solo (PEREIRA et al., 2015).

Para a análise do NDVI utilizou-se a seguinte equação (I)

$$NDVI = \frac{(NIR - R)}{(NIR + R)} \quad (I)$$

Onde o NIR corresponde a banda do infravermelho próximo (banda 5) e o R é a banda do vermelho (banda 4). Essas bandas espectrais são utilizadas porque são as bandas que melhor absorve a clorofila na vegetação de folhas verdes e pela densidade da vegetação verde na superfície (ALMEIDA et al., 2015).

Os valores deste índice de vegetação variam de -1 para + 1, quanto maior o índice, maior será a concentração da vegetação.

Após o tratamento da imagem raster, foi realizado o recorte na área de estudo para a análise dos dados.

### 3.4 Temperatura de Superfície

Para a realização desta etapa utilizou-se a metodologia de Coelho e Correa (2013). A imagem utilizada nesta etapa foi a banda 10. Primeiramente, foi realizado o recorte na área de estudo e posteriormente foi feita a conversão do nível de cinza (NC) para radiância e depois determinou-se a temperatura em Kelvin, de acordo com a equação II e III.

$$L_{\lambda} = M_L Q_{cal} + A_L \quad (II)$$

Onde  $L_{\lambda}$  é a Radiância Espectral do sensor de abertura em Watts/(m<sup>2</sup> sr  $\mu$ m);  $M_L$  é Fator multiplicativo de redimensionamento da banda termal;  $Q_{cal}$  é o Valor quantizado calibrado pelo pixel na banda termal e  $A_L$  é o Fator de redimensionamento aditivo específico da banda termal.

Logo após da obtenção dos dados em radiância, foi utilizado a equação (III) para análise da temperatura em Kelvin.

$$T = \frac{K_2}{\ln\left(\frac{K_1}{L_{\lambda}} + 1\right)} \quad (III)$$

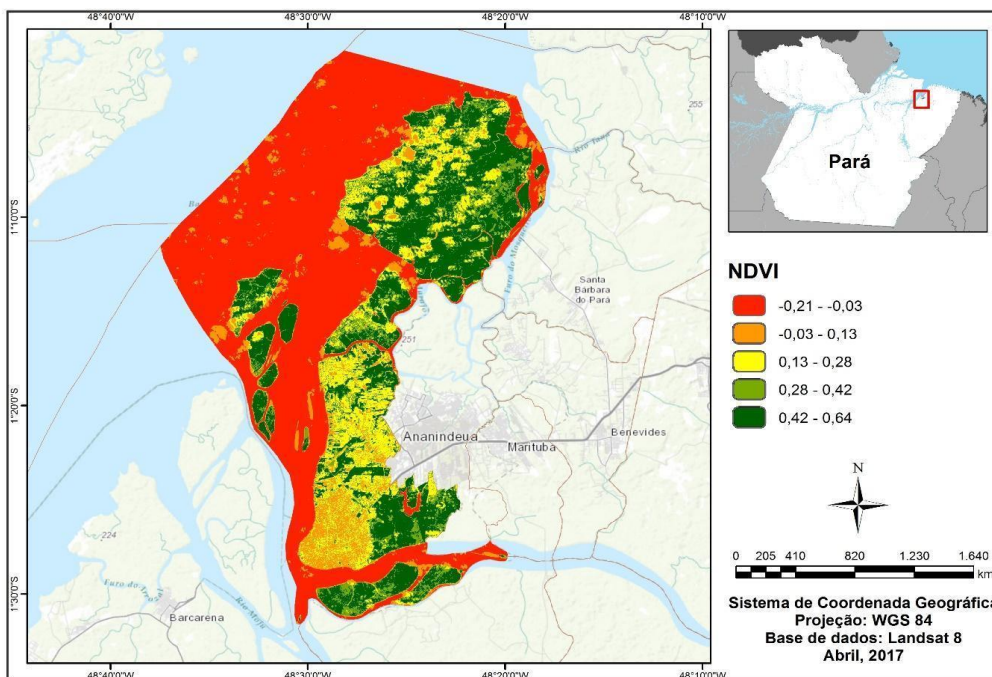
De forma que, T é a Temperatura efetiva no satélite em Kelvin (K); K<sub>1</sub> e K<sub>2</sub> são as constantes de Calibração em Kelvin;

Logo após esse procedimento, o valor da temperatura em Kelvin foi subtraído por 273,15 (zero absoluto) para se determinar a temperatura em graus Celsius (°C). O tratamento e a análise dos dados e a confecção dos mapas nesse artigo foi realizado no software *Arcgis 10.1*

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

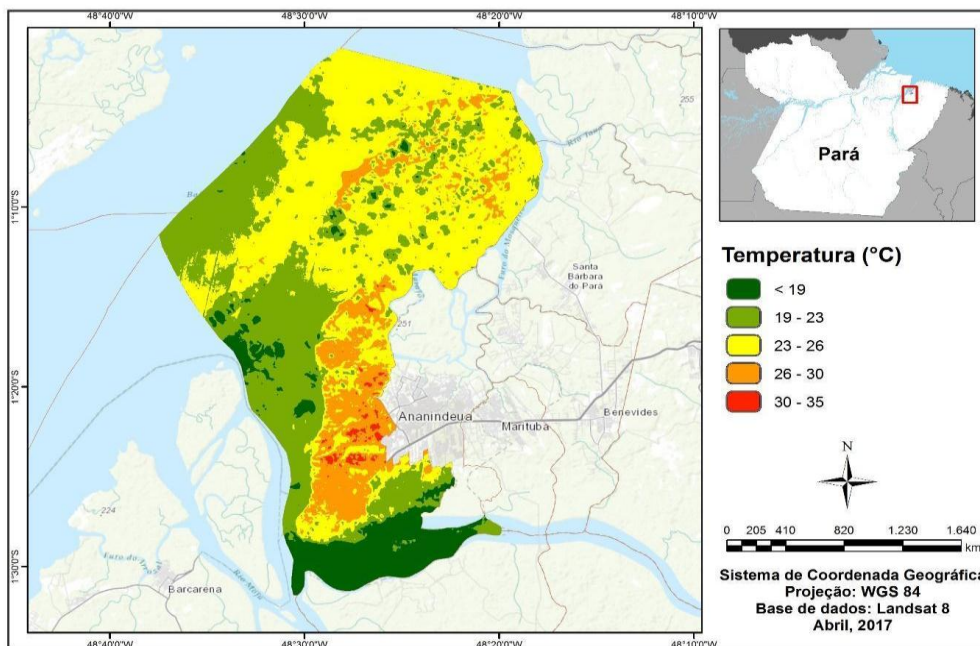
Os valores de NDVI, quanto mais próximos de 1, significam uma vegetação mais densa, enquanto valores iguais a -1 ou próximos, representam uma superfície sem cobertura vegetal ou muito escassa de vegetação. Os maiores valores de NDVI se relacionam com áreas de vegetação com maior vigor, diferentemente de áreas com baixos valores de de Números Digitais, que representam áreas de vegetação estressada, com menor densidade ou desnudas (BORATTO; GOMIDE, 2013). Em Belém, os valores de NDVI encontrados variaram de -0,21 a 0,64, como mostrado na Figura 2, sendo excluídos da análise resultados de -,021 a -0,03, que são corpos hídricos.

Figura 2: Índice de Vegetação do município de Belém.



Na Figura 3, estão representadas as temperaturas médias encontradas no centro urbano de Belém, que variaram de 19 a 23°C. Valores inferiores a 19°C estão relacionados à hidrografia local, não entrando na análise. Foi possível verificar que as regiões centrais apresentam pontos com elevadas temperaturas, que podem representar ilhas de calor e são áreas, em sua grande parte, que apresentam ausência de vegetação, como mostrado na análise de NDVI.

Figura 3: Temperatura de Superfície do município de Belém.



## 5. CONCLUSÃO

De acordo com os resultados deste trabalho, percebeu-se que as áreas que apresentaram os menores valores de NDVI, com exceção do corpo hídrico, apresentaram as temperaturas mais elevadas, ocasionando um desconforto térmico para a população, mostrando a importância da vegetação para amenizar a temperatura de uma determinada área.

Em vista disso, pode-se concluir que as informações adquiridas do NDVI e da temperatura de superfície, obtidas através de técnicas de sensoriamento remoto por meio de imagens de satélite, mostraram de grande valia e esses dados são uma excelente ferramenta para a tomada de decisão no monitoramento da qualidade ambiental e do planejamento urbano da região.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, A. J. P, et al. **Relação entre o Índice de Vegetação e a Temperatura de Superfície na estimativa e identificação das ilhas de calor na cidade de Maceió-AL.** Anais XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, João Pessoa-PB, Brasil, 25 a 29 de abril de 2015, INPE.
- ARNFIELD, A. John. **Two decades of urban climate research: a review of turbulence, exchanges of energy and water, and the urban heat island.** International journal of climatology, v. 23, n. 1, p. 1-26, 2003.
- BORATTO, I. M. P.; GOMIDE, R. L. **Aplicação dos índices de vegetação NDVI, SAVI e IAF na caracterização da cobertura vegetativa da região Norte de Minas Gerais.** Anais XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Foz do Iguaçu, PR, Brasil, 13 a 18 de abril de 2013, INPE.
- BUYANTUYEV, A.; WU, J. **Urbanization alters spatiotemporal patterns of ecosystem primary production: a case study of the Phoenix Metropolitan Region, USA.** Journal Of Arid Environments, V. 73, N. 4, p. 512-520, 2009.
- COELHO, A. L. N. CORREA, W. S. C. **Temperatura de Superfície Celsius do Sensor Tirs/Landsat-8: Metodologia e Aplicações.** Rev. Geogr. Acadêmica v.7, n.1 (xii.2013).
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Demográfico 2010. Disponível em: <[http://downloads.ibge.gov.br/downloads\\_estatisticas.htm](http://downloads.ibge.gov.br/downloads_estatisticas.htm)>. Acesso em 31 de Março 2017.
- MONTEIRO, C. A. F. **Teoria e Clima Urbano.** São Paulo: IGEOG/USP, 1976. 181p.
- NASCIMENTO, D. T. F. **Emprego de técnicas de sensoriamento remoto e de geoprocessamento na análise multitemporal do fenômeno de ilhas de calor no município de Goiânia-GO (1986/2010).** 2010. 98 p. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia. 2011.
- Orhan, O. ; Ekercin, S.; Dadaser-Celik, F.. **Use of Landsat Land Surface Temperature and Vegetation Indices for Monitoring Drought in the Salt Lake Basin Area, Turkey.** The Scientific World Journal, v. 2014, p. 1-11, 2014.
- PEREIRA, et al. **Estudo da alteração da vegetação a partir do NDVI e do Albedo de Superfície na Bacia do Rio Garça-PE.** Anais XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, João Pessoa-PB, Brasil, 25 a 29 de abril de 2015, INPE.

PONZONI, F. J.; SHIMABUKURO, Y. E. **Sensoriamento Remoto no Estudo da Vegetação, São José dos Campos, SP**. A. Silva Vieira Ed. p.111-118, 2007.

ROSENDO, J. dos S. **Índices de Vegetação e Monitoramento do uso do solo e cobertura vegetal na Bacia do rio Araguari -MG - utilizando dados do sensor Modis**. 2005. 130 p. Dissertação (Mestrado em Geografia e Gestão do Território) - Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia. 2005.