

ANÁLISE TEMPORAL DA TEMPERATURA DE SUPERFÍCIE TERRESTRE E NDVI DA CIDADE DE CRATO/CE

Edyeleen Mascarenhas de Lima¹
Maria Adjayne de Lima Lino²
Antônio Soares Barros³
Carlos Wagner Oliveira⁴

RESUMO

Nos últimos anos, houve um aumento expressivo no desenvolvimento urbano e no crescimento da população nas cidades brasileiras, impulsionado pela industrialização e pela migração em larga escala do campo para áreas urbanas. Nesse sentido, esse estudo objetivou analisar a Temperatura de Superfície Terrestre – TST e o Índice de vegetação da diferença normalizada (NDVI) para cidade de Crato/CE. O *software* Qgis 2.28 foi empregado na produção dos mapas e na realização dos cálculos. Em 2019, registrou-se uma temperatura mínima de 26,9°C e uma máxima de 38,4°C. Já em 2023, os valores foram de 20,3°C e cerca de 32,7°C, respectivamente. Nas zonas urbanas, as temperaturas variaram entre 34,6-38,4°C em 2019 e 28,6-32,7°C em 2023. Essas variações térmicas no município são atribuídas à sua localização na Chapada do Araripe, o que resulta em temperaturas mais amenas. Contudo, áreas mais urbanizadas apresentam temperaturas mais altas devido à presença de asfalto e menor cobertura vegetal. Essa condição é corroborada pelos índices de NDVI - áreas com temperaturas elevadas exibiram valores de 0,1 a 0,2, enquanto as áreas com temperaturas mais amenas registraram NDVI de 0,5 em 2019 e 0,6 em 2023.

Palavras-Chaves: Áreas urbanas, NDVI, Temperatura de Superfície,

¹ Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional Sustentável (PRODER) da Universidade Federal do Cariri - UFCA, edyeleen.lima@aluno.ufca.edu.br;

² Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional Sustentável (PRODER) da Universidade Federal do Cariri - UFCA, adjayne.lino@aluno.ufca.edu.br;

³ Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional Sustentável (PRODER) da Universidade Federal do Cariri - UFCA, antonio.soares@aluno.ufca.edu.br;

⁴ Doutor em Engenharia de Biosistemas. Professor Associado do Centro de Ciências Agrárias e da Biodiversidade – CCAB. Universidade Federal do Cariri – UFCA, carlos.oliveira@ufca.edu.br.

INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, o crescimento urbano e populacional nas cidades do Brasil aumentou significativamente, ocasionado pela industrialização e migração em massa do campo para a cidade. Esses fenômenos acarretaram uma série de desafios e questões complexas para os municípios em todo o território nacional (Aires; Bezerra, 2021). No Brasil, a maior parte da população habita nas cidades, principalmente nos grandes centros urbanos. Estima-se que menos de 1% do território nacional (0,63%) concentram 160 milhões de pessoas, ou seja, 84,3% da população brasileira (IBGE, 2022)

As cidades quando comparadas às áreas ao redor, passam a apresentar alterações nos valores registrados de temperatura, umidade, ventos, precipitação e áreas verdes (Santos, 2011; Bezerra e Avila, 2017).

A temperatura é significativamente mais elevada nos centros urbanos do que em regiões com vegetação, devido à substituição de áreas verdes por asfalto. Esse fenômeno contribui para o aumento da temperatura da superfície terrestre como um dos impactos causados pela urbanização (Guilherme *et al.*, 2022)

A vegetação é uma condição importante no controle climático, em escalas regional e global, visto que influencia na distribuição de calor, sequestro de carbono, fluxos de vapor e propriedades termais. Dessa forma, as mudanças da figura natural da vegetação, sobretudo por ações antrópicas, impactam o padrão das variáveis de cunho climático (Da Silva *et al.*, 2021).

Os Sistemas de Informação e Geografia (SIG) demonstram-se uma importante ferramenta para identificação, simulação e análise das ilhas de calor urbanas, sendo constituído por um conjunto de instrumentos que possibilitam adquirir, armazenar e editar informações espaciais (Nakata-Osaki *et al.*, 2021). O sensoriamento remoto e o geoprocessamento são ferramentas de grande importância e com grande potencial para estudos ambientais, como as análises de ilhas de calor urbanas e uso do solo (FILGUEIRAS *et al.*, 2016). Alba *et al.*, (2016), as imagens de satélite Landsat têm sido amplamente utilizadas como uma importante ferramenta para pesquisas sobre o ambiente urbano.

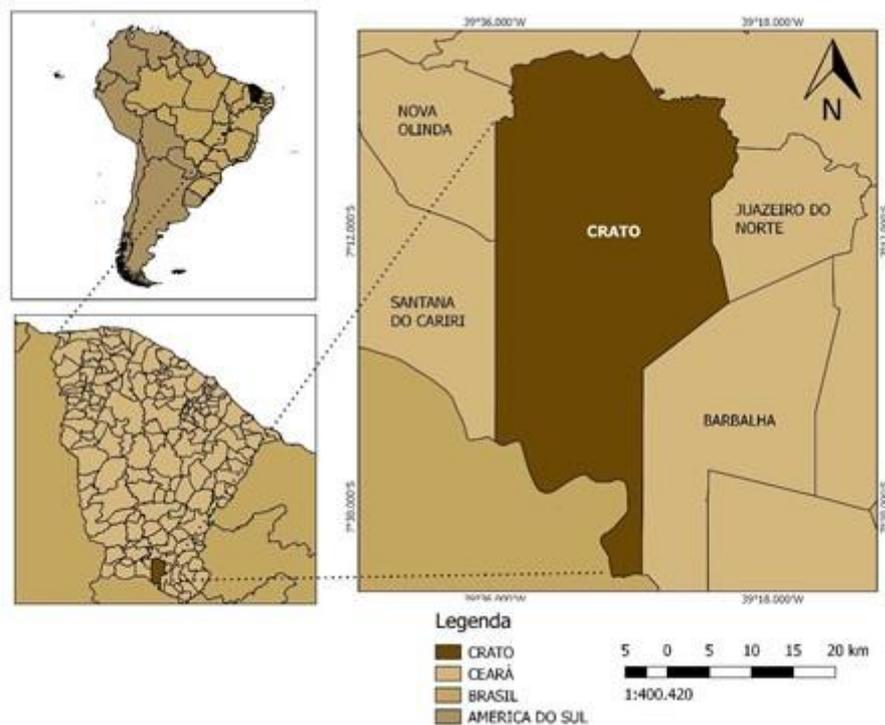
Nesse sentido, o presente trabalho tem como objetivo analisar nos anos de 2019, mês 09(setembro) e 2023, mês 11(novembro) a Temperatura de Superfície Terrestre – TST e o Índice de vegetação da diferença normalizada (NDVI) para cidade de Crato/CE.

MATERIAIS E MÉTODOS

Caracterização da Área de Estudo

O município do Crato está localizado no sopé da Chapada do Araripe, na região do Cariri cearense, no extremo sul do estado. Possui como bioma a caatinga, abrangendo uma grande diversidade da fauna e da flora brasileira. Detém uma população estimada de 133.913 habitantes, sendo 83,11% residente em área urbana (IBGE, 2021), como demonstrado na figura 1.

Figura 1 - Mapa de localização do município de Crato/CE.



Fonte: IBGE, 2022. Elaboração: Autores, 2024.

O clima prevalecente em Crato é conhecido como um clima de estepe local. Durante todo o ano, a precipitação é mínima. A classificação do clima é BSh de acordo com a Köppen e Geiger. Em Crato, a temperatura média anual é de 25.5 °C. Cerca de 739 mm da precipitação ocorre numa base anual (FUNCEME, 2021).

Método Utilizado

Para o processamento das imagens de Temperatura de Superfície Terrestre (TST); Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) e elaboração dos mapas temáticos foi utilizado o *software* QGIS, versão 3.28.

A primeira etapa foi a coleta dos dados no site *United States Geological Survey (USGS)*. A TST foi determinada com base na banda 10, infravermelho termal, do sensor OLI (*Operational Land Imager*), Datum WGS 1984, do Landsat 8. Para NDVI utilizou-se as bandas 4 e 5 do sensor OLI.

Para determinar os valores de TST iniciou-se através do recorte da banda 10 sobre a área de estudo, após usou-se os parâmetros fixos de conversão dos níveis de cinza da imagem para radiância por meio do método *Spectral Radiance Scaling Method*, equação 1.

$$L\lambda = ML * Qcal + AL \quad (1)$$

Com os valores da radiância, a próxima etapa foi transformar os valores obtidos em Kelvin para isso foi usada a equação 2.

$$T = K2 / (\ln(K1/L\lambda + 1)) \quad (2)$$

Por fim, para obter a temperatura em °C (celsius) o valor obtido da equação 2 foi subtraído de (273.15).

Para obtenção dos valores de NDVI, o primeiro passo foi feito um recorte dos arquivos *raster* sobre a área de estudo e calculou-se o NDVI por meio da ferramenta ‘*Calculadora raster*’ usando a equação 3.

$$NDVI = (NIR - Red) / (NIR + Red) \quad (3)$$

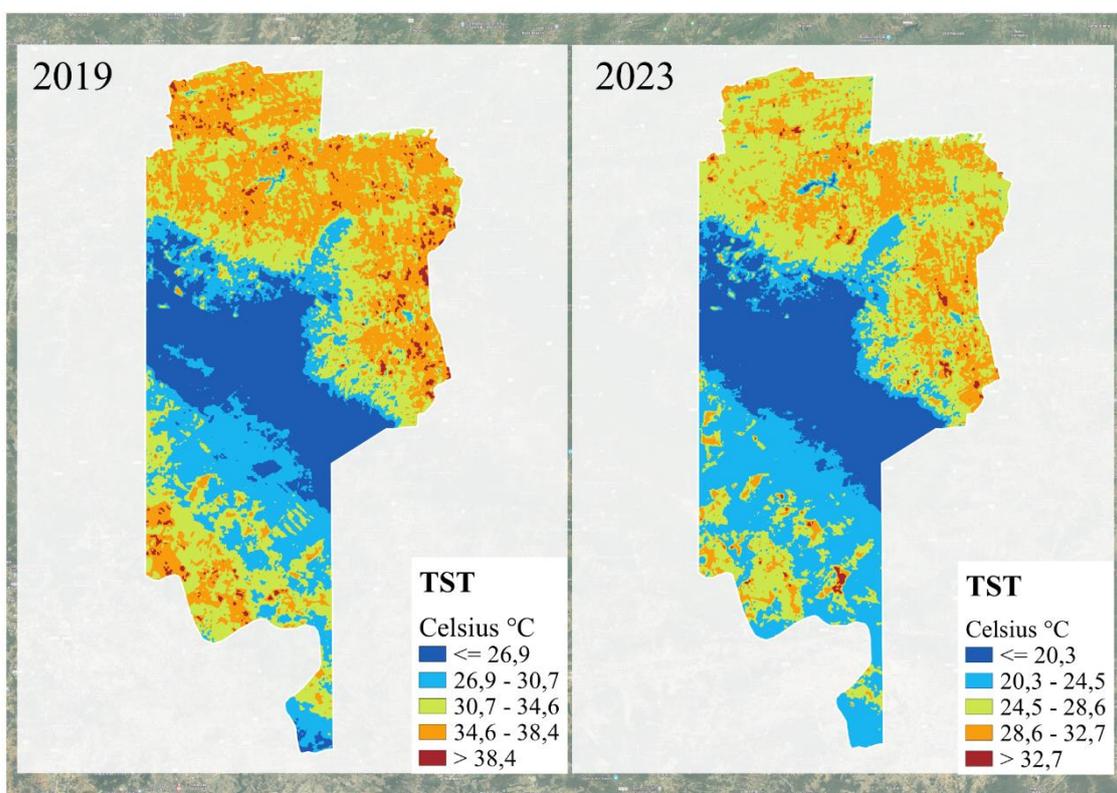
Em que: NIR = Banda 5 (infravermelho próximo); Red = Banda 4 (vermelho)

Nesse estudo foram atribuídas cinco classes de NDVI, tendo em vista um maior nível de detalhamento. Os valores de NDVI variam entre -1.0 e +1.0, ou seja, quanto mais próximo de +1.0, maior a densidade de vegetação, enquanto valores mais próximos de -1.0 indicam a presença de superfícies não vegetadas, como corpos d'água ou solo exposto.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A figura 2 representa a temperatura de superfície (TS) dos anos de 2019 e 2023 do município de Crato. Foi empregado uma variação de cores que transita do azul para indicar regiões com temperaturas mais baixas para o vermelho para indicar temperaturas mais elevadas.

Figura 2 - Espacialização da Temperatura de Superfície 2019 e 2023, Crato/CE



Fonte: Autores, 2024.

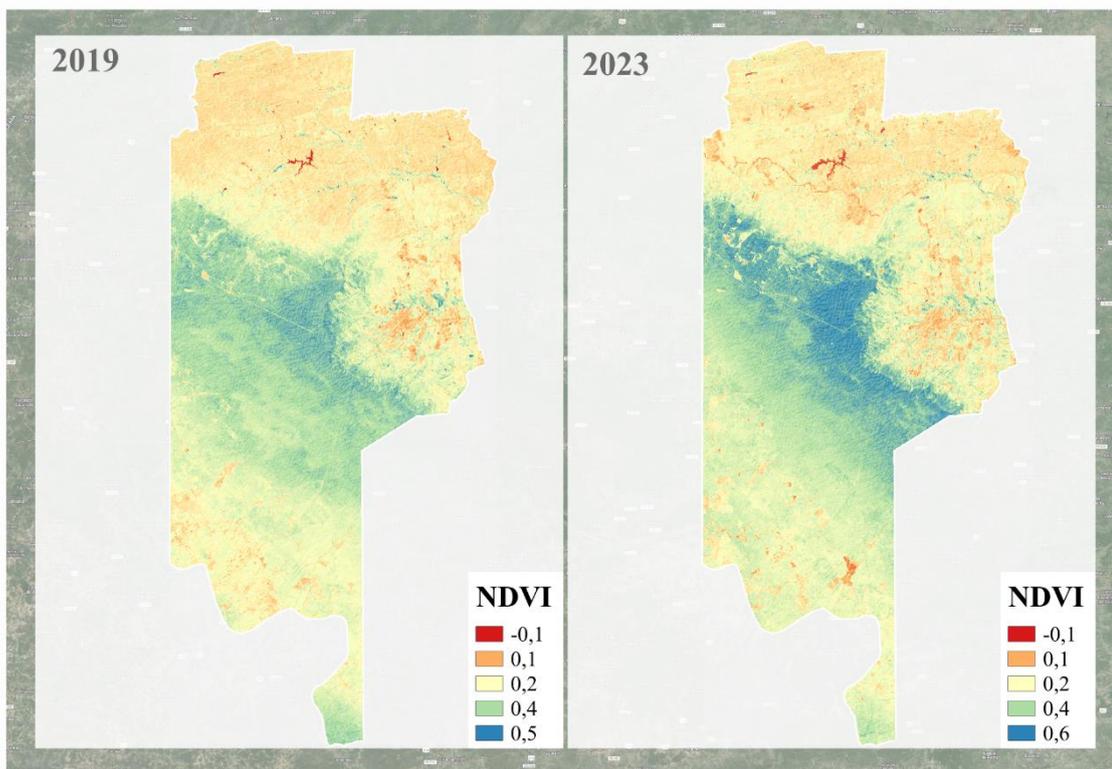
Como é possível observar, o ano de 2019 apresentou um valor mínimo de 26,9°C e um valor máximo de aproximadamente 38,4°C, enquanto para o ano de 2023 um valor mínimo de 20,3°C e máximo de aproximadamente 32,7°C. O centro urbano da cidade apresentou temperaturas mais moderadas que são indicadas nas cores vermelha e laranja mostradas nos mapas, com valores variando de 34,6-38,4°C para o ano de 2019 e 28,6-32,7°C para o ano de 2023.

Enquanto que os valores representados por azul escuro e claro, representam áreas com temperaturas de superfícies mais amenas, onde as temperaturas variam entre 26,9-

30,7°C para o ano de 2019 e 20,3-24,5°C para o ano de 2023, inclusive são áreas que possuem mais vegetação, visto que, o município do Crato está localizado na encosta da Chapada do Araripe.

A figura 3 representa a análise do Índice de vegetação da diferença normalizada (NDVI), que varia de -1.0 e +1.0. Os valores encontrados foram: -0,1 representado na cor vermelha, 0,1 laranja, 0,2 bege, 0,4 verde claro, 0,5 e 0,6 na cor azul.

Figura 3 - Espacialização NDVI 2019 e 2023, Crato/CE



Fonte: Autores, 2024.

Geralmente para superfícies com presença de alguma vegetação o valor do NDVI é positivo, para superfícies sem vegetação o valor é nulo, já para a água e nuvens o valor geralmente é negativo. Quanto mais próximo do extremo positivo, maior a densidade da cobertura vegetal, ou seja, condiz com seu estágio denso e desenvolvido. Esse valor diminui gradativamente para cobertura vegetal menos densa, que apresenta valores positivos, porém não muito elevados (De Souza, 2019).

As áreas com temperaturas mais amenas apresentam NDVI para o ano de 2019 igual a 0,5 e para o ano de 2023, 0,6. Esses valores indicam que quanto mais próximo de +1,0 maior a densidade de vegetação; e as áreas que apresentaram temperaturas mais

elevadas para os anos de 2019 e 2023, apresentam NDVI em intervalos de 0,1 e 0,2 indicando áreas com solos expostos, ou seja, áreas com a vegetação menos densa.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Desse modo, podemos concluir que, o ano de 2019 apresentou um valor mínimo para TST, de 26,9°C e o valor máximo de 38,4°C, enquanto que o 2023 um valor mínimo de 20,3°C e máximo de aproximadamente 32,7°C. Os centros urbanos apresentaram temperaturas variando de 34,6-38,4°C para o ano de 2019 e 28,6-32,7°C para o ano de 2023. Essas temperaturas no município devem-se a sua localização, visto que, a cidade está localizada na Chapada do Araripe, o que acaba contribuindo para temperaturas amenas. Porém, nos locais mais urbanizadas as temperaturas se tornam mais elevadas devido a presença de asfaltos e menor quantidade de vegetação, corroborando com os valores encontrados de NDVI, as áreas com temperaturas mais elevadas apresentaram NDVI em intervalo de 0,1 e 0,2 e áreas com temperaturas mais amenas apresentaram NDVI igual a 0,5 para o ano de 2019 e 0,6 para o ano de 2023.

O *software* Qgis, demonstrou-se eficaz na análise de Temperatura de Superfície Terrestre – TST e o Índice de vegetação da diferença normalizada (NDVI). Facilitando a compreensão da cidade de Crato/CE em uma escala representativa, além das informações fornecidas por meio desse estudo oferecer uma visão abrangente para debater acerca das áreas urbanas que geram calor, sendo valiosas para orientar o planejamento e a administração do ambiente. Esses dados são especialmente úteis na identificação de locais para instalação de infraestruturas urbanas, implementação de programas de arborização e medidas destinadas a promover a qualidade de vida através do conforto térmico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AIRES, Adriano Araújo; BEZERRA, Joel Medeiros. Mapeamento do índice de vegetação e temperatura de superfície da cidade de Pau dos Ferros-RN. *Revista Tecnologia e Sociedade*, v. 17, n. 48, p. 113-131, 2021.

ALBA, E. et al. Identificação de ilhas de calor e sua relação com a fisionomia da paisagem. In: *Geotecnologías, herramientas para la construcción de una nueva visión del cambio global y su transformación para un futuro sostenible: Libro de Actas de XVII Simposio Internacional en Percepción Remota y Sistemas de Información Geográfica*. Luján: EdUnLu. 2017. p. 429-438.

DA SILVA, L. A. P. et al. Análise da temperatura de superfície terrestre e variáveis biofísicas em domínios de vegetação do Brasil. Revista do Departamento de Geografia, v. 43, p. e181068-e181068, 2023.

DE SOUZA, Jairo Rodrigues. ÍNDICE DE VEGETAÇÃO NDVI NA DISTINÇÃO DA COBERTURA VEGETAL PRESENTE NO ESTUÁRIO DO RIO POTENGI, NATAL-RN. 2019.

FILGUEIRAS, R. et al. Predição da temperatura do ar por meio de sensoriamento remoto orbital. Rev. Bras. Cartog., n.68, p.1485-1495, 20

GUILHERME, A.R et et al. Relação entre o tipo de cobertura do solo e a temperatura da superfície. Sociedade & Natureza , v. 32, p. 515-525, 2022.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Arborização de vias públicas: IBGE, Censo Demográfico 2022. 2022b. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/>. Acesso em: 07 julho. 2024.

NAKATA-OSAKI, Camila Mayumi; AMARAL, L. C. M. ; CANEO, I. L. . Estudo sobre as ilhas de calor na cidade de Santo André: uma análise com base na geometria urbana. In: Anais do 9º CONGRESSO LUSO-BRASILEIRO para o Planejamento Urbano, Regional, Integrado e Sustentável, 2021, Evento Digital. Anais do 9º CONGRESSO LUSO-BRASILEIRO para o Planejamento Urbano, Regional, Integrado e Sustentável. Bauru - SP: Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP), 2021. p. 1-13.