

Estudo de caso

Ilhas de Calor Urbana por meio de imagens do Landsat-8 em Fortaleza, Ceará

Urban Heat Islands through images from Landsat-8 in Fortaleza, Ceará

Eliezio Nascimento Barboza¹, João Marcos Pereira de Morais², Maria Fernanda da Cruz Silva¹, Ana Millene dos Santos Silva¹, Eduarda Morais da Silva¹, Bruno Barbosa de Oliveira³, Agilio Tomaz Marques⁴, João Paulo Borges de Queiroz⁵, Clarice Ribeiro Alves Caiana⁶ & Francisco das Chagas Bezerra Neto⁶

¹Graduando e graduandos em Engenharia Ambiental e Sanitária, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará. E-mails: eliezio1999@outlook.com, fernandacsilva56@gmail.com, anasantosmillene@gmail.com, eduardamoraisengenharia@gmail.com;

²Tecnólogo em Construção Civil e Pós-graduando em Gerenciamento de Obras Universidade Regional do Cariri. E-mail: joaomarcostecnologo@gmail.com;

³Mestre em Engenharia Civil e Professor assistente da URCA. Universidade Regional do Cariri, URCA. E-mail: bruno.barbosa@urca.br;

⁴Bacharel em Direito- E-mail: agiliotomaz@hotmail.com;

⁵Graduando em Direito pela Universidade Federal de Campina Grande. E-mail: jpb-queiroz@hotmail.com;

⁶Graduandos em Direito pela Universidade Federal de Campina Grande. E-mail: clariceribeirocaiana@gmail.com; chagasneto237@gmail.com.

Resumo: O processo de urbanização nas últimas aconteceu de forma desornada nos grandes centros urbanos, gerando um meio geográfico artificial, resultando no aquecimento das Ilhas de Calor Urbana nas cidades. Nesse sentido, o presente trabalho objetiva analisar a Temperatura de Superfície Terrestre (TST) na cidade de Fortaleza -CE, com utilização das técnicas de Sensoriamento Remoto. As imagens Termais do Landsat-8 foram disponibilizadas em *United States Geological Survey* (USGS) – órbita 217 e ponto 62. As imagens escolhidas para esse estudo é de 02/08/2013 e 26/08/2016. A partir da análise dos resultados, verificou-se presença das Ilhas de Calor nas cidades, onde o centro apresentou-se como mais quentes que as bordas, além de identificar a influência do crescimento da cidade na Temperatura de Superfície Terrestre durante o intervalo de estudo.

Palavras Chaves: Sistema de Informação Geográfica; Geoprocessamento; Climatologia Urbana.

Abstract: The urbanization process in the latter happened in a disornated way in large urban centers, generating an artificial geographic environment, resulting in the warming of the Urban Heat Islands in the cities. In this sense, the present work aims to analyze the Land Surface Temperature (TST) in the city of Fortaleza -CE, using remote sensing techniques. Landsat-8 Thermal images were made available in the United States Geological Survey (USGS) – orbit 217 and point 62. The images chosen for this study are from 02/08/2013 and 26/08/2016. From the analysis of the results, the presence of the Heat Islands was verified in the cities, where the center was warmer than the edges, besides identifying the influence of the city's growth on the Earth's Surface Temperature during the study interval.

Keywords: Geographic Information System; Geoprocessing; Urban Climatology.

Aceito para publicação em: 23/04/2020/ Publicado em: 01/04/2020.

1. Introdução

O rápido crescimento das cidades nas últimas décadas gerou um meio geográfico artificial e de baixa salubridade ambiental (SANTOS, 2011). Esse novo espaço geográfico resultante das alterações pela ação humana alterou as variáveis climatológicas, resultando em novas interações Terra-Atmosfera. As transformações no uso e ocupação do solo geram mudanças no balanço de energia e na atmosfera, resultando no desenvolvimento das Ilhas de Calor.

Os materiais predominantes nas maiores concentrações urbanas fazem com que estas se tornem mais suscetíveis às consequências das ilhas de calor, sendo um fenômeno ocasionado pela concentração de fontes de calor nas cidades como: como fluxo de veículos, indústrias e construções, levando a condições climáticas impróprias e perda da qualidade de vida da população (LAMBERTS et al., 1997). Bernatzky (2012) corrobora ao afirmar que as cidades se tornaram um meio artificial, tendo em vista que às propriedades dos materiais que constituem as superfícies foram modificadas, como: retirada da cobertura vegetal e os diversos tipos de poluições nas cidades.

Lombardo (1985) afirma que as características térmicas dos materiais das construções contribuem com condução mais rápida de calor que o solo exposto e a vegetação natural, fornecendo uma maior diferença de conforto térmico entre essas duas regiões. Em um estudo em dois locais de condições microclimáticas distintas na

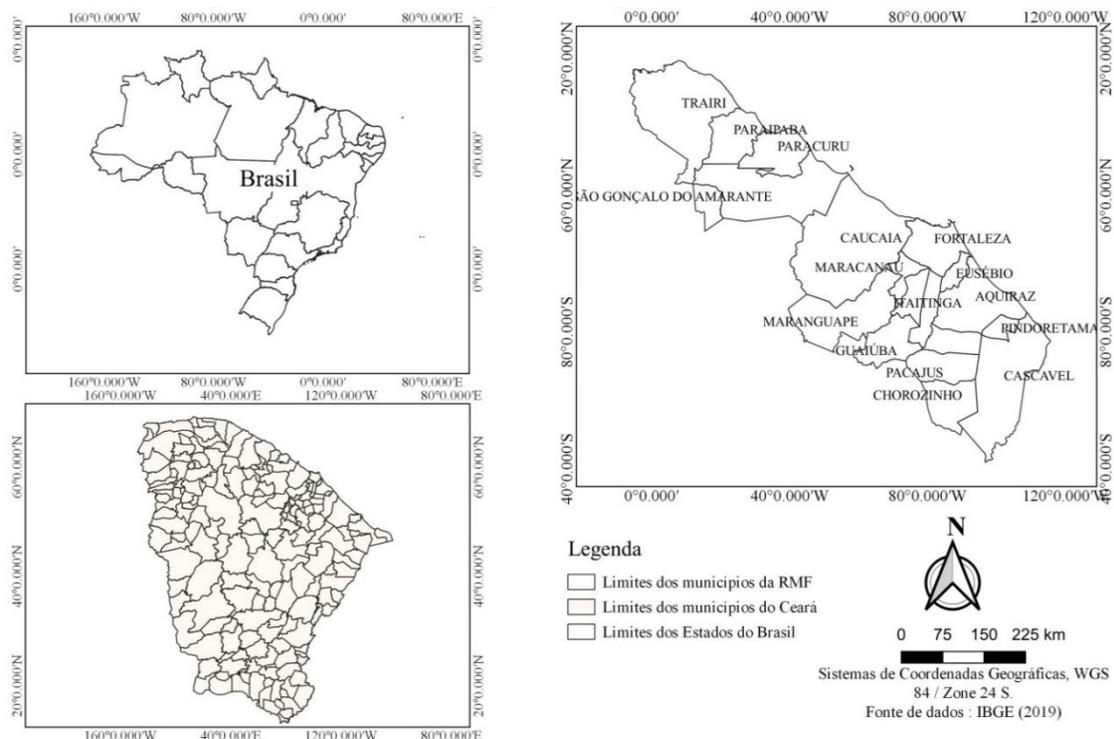
cidade de Juazeiro do Norte, Barboza, Silva Alencar e Alencar (2020) demonstraram que a cobertura vegetal contribui de forma significativa na diminuição da temperatura do ar e aumento da umidade, sendo variáveis essenciais no conforto térmico humano, demonstrando que em locais com maior superfície vegetal apresentam as temperaturas mais agradáveis.

Nos estudos das Ilhas de Calor, o sensoriamento remoto tem sido um grande aliado no mapeamento desses fenômenos que ocorrem principalmente em grandes áreas urbanizadas (CARVALHO; SOARES; SILVA, 2013). A utilização de dados captados na região do infravermelho termal permite a realização de estudos do comportamento térmico das diferentes coberturas do solo, realizado através do fornecimento de informações relativas Temperatura de Superfície Terrestre (BARBOSA; VECCHIA, 2008). Nesse sentido, o presente trabalho objetiva analisar as Ilhas de Calor na cidade de Fortaleza, Ceará a partir de imagens termais (TIRS10) do Landsat-8, nas datas 02/08/2013 e 26/08/2016.

2. Metodologia

A cidade de Fortaleza está localizada na Região Metropolitana de Fortaleza – RMF (Figura 1), mais especificamente na zona litorânea do Estado do Ceará Nordeste do Brasil, possuindo as coordenadas geográficas 03° 43' 02" de Latitude (S) e 38° 32' 35" de Longitude (W) (OLIVEIRA MOURA; ZANELLA; SALES, 2008).

Figura 1: Localização da Região Metropolitana de Fortaleza – RMF.



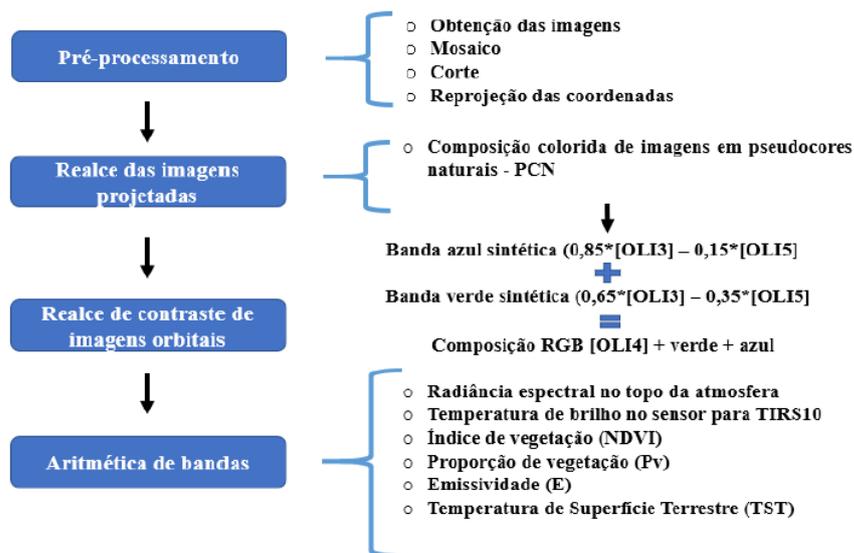
Fonte: Cirino et al. (2020).

A metodologia utilizada nesse trabalho está fundamentada por Monteiro em 1976 quando propõe o estudo do estudo do clima urbano como Sistema Clima Urbano (SCU). As imagens do satélite do Landsat-8 na órbita 217, ponto 62 foram adquiridas no site do United

States Geological Survey (USGS) nas datas 02/08/2013 e 26/08/2016. A banda utilizada foi a TIRS10. Todo o processo de processamento das imagens digitais foi realizado no *software* Qgis. As etapas necessárias para a

realização da Temperatura de Superfície Terrestre estão resumidas na Figura 2.

Figura 2: Esquema metodológico para geração de imagens de Temperatura de Superfície Terrestre.



Fonte: Barboza, Bezerra Neto e Caiana (2020).

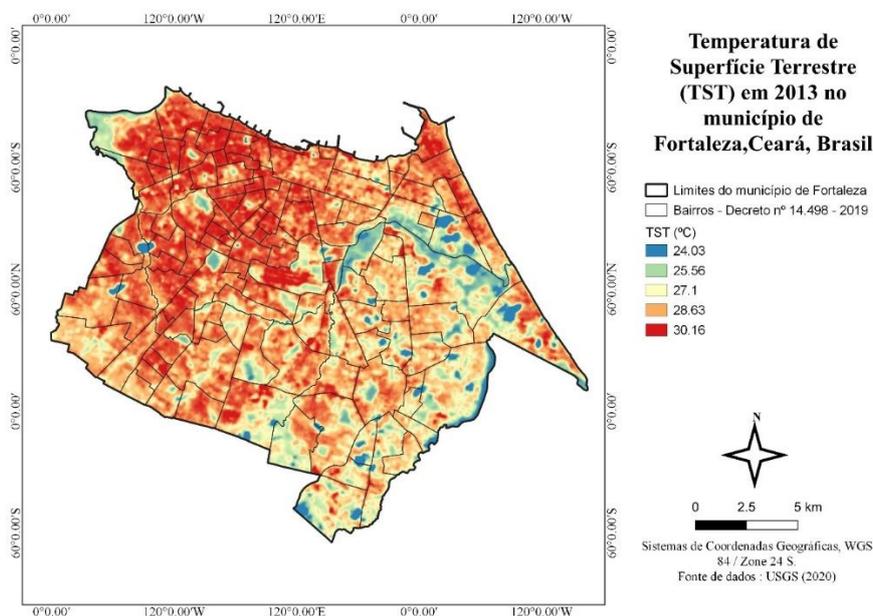
A temperatura de Superfície Terrestre (TST) é dada pela Equação 1, onde BT é a temperatura de brilho no sensor (°C), λ é o comprimento de onda da TIRS10 (10.8 μm), ρ é a constante equivalente ao valor de $(1.438.10^{-2} \text{ mk})$ e E é a emissividade.

$$TST (^\circ\text{C}) = (BT / (1 + (\lambda \cdot BT / \rho) * \ln(E))) \quad (1)$$

3. Resultados e Discussão

A Figura 3 apresenta os valores de Temperatura de Superfície Terrestre do Landsat-8 para o município de Fortaleza no ano de 2013. Verificou-se que a temperatura de superfície mínima nesse dia foi 24.03 °C (corpo aquático) e 30.16 °C (áreas construídas) de temperatura máxima e amplitude térmica de 6.13 °C.

Figura 3: Temperatura de Superfície Terrestre em Fortaleza, CE para o ano de 2013.



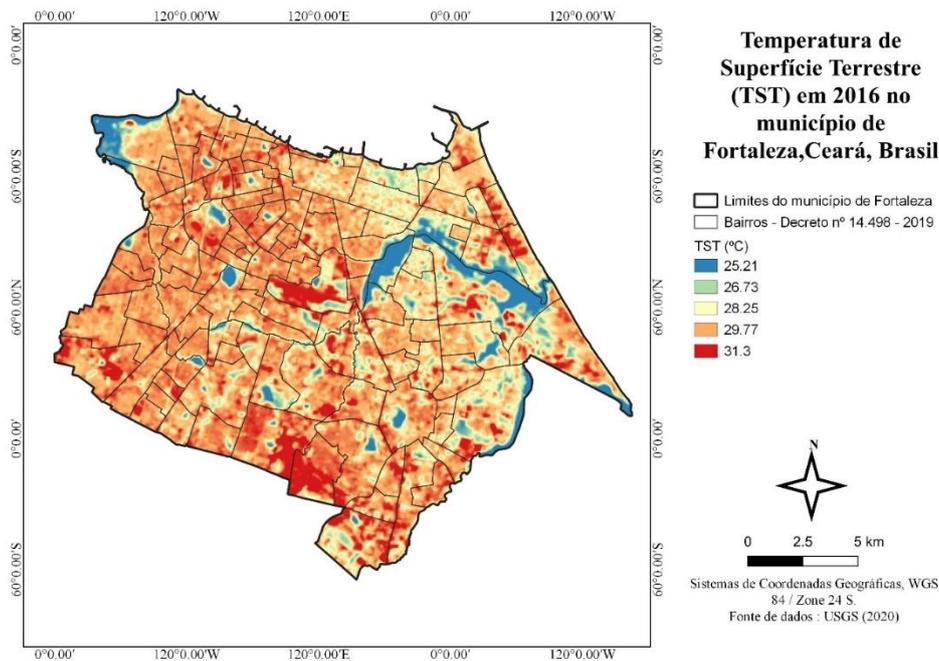
Fonte: Elaborado no software Qgis 4.3.

Nota-se pela Figura 3 a amplitude térmica superior a 6 °C, possivelmente pode ter sido ocasionada pelos tipos de materiais escuros que constituem a cobertura em consonância com a falta de árvores, contribuindo para absorção, retenção do calor e consequentemente intensificando o fenômeno das ilhas de calor (GARTLAND, 2011). Observa-se que o calor está concentrado nos setores sudoeste, oeste, noroeste, nordeste

e a porção central, áreas com grande concentração urbana da cidade.

Analisando a temperatura de 2013 (Figura 3) com a do ano de 2016 (Figura 4), verifica-se as mudanças da temperatura de superfície para os anos em estudo, com aumento de 1.14 °C para a temperatura máxima e 1.18 °C para a temperatura mínima.

Figura 4: Temperatura de Superfície Terrestre em Fortaleza, CE para o ano de 2016.



Fonte: Elaborado no *software* Qgis 4.3.

A temperatura de superfície de Fortaleza em 2016 está representada na Figura 4, no qual verifica o crescimento da cidade em direção Sudoeste e Sul. A temperatura de superfície mínima nesse dia foi 25.21 °C (corpo aquático) e 31.3 °C (adensamento urbano) de temperatura máxima e amplitude térmica de 6.09 °C. As áreas mais quentes nas duas datas coincidiram com os solos expostos e alta densidade construtiva. As áreas com vegetação (Vila Velha, Aldeota, Rio e matas ciliares do Rio Cocó, São João Tauape, Siqueira e Pedras) apresentaram as menores temperaturas nos dois anos analisados, ocasionado pela presença de arborização e corpos aquáticos presentes nessas localidades.

Os Bairros que apresentaram maior aumento de temperatura foram nos Bairro Vila Velha, Aldeota, São João Tauape, Pici, Genibau, Siqueira, Prefeito José Walter, Jangurussu, São Bento e Pedras, como também no ponto representativo da Mata ciliar do rio. O crescimento da cidade alterou o campo térmico, aumentando expressivamente o calor em praticamente em todos os Bairros analisados, chegando em até 3.4 °C, no Bairro Vila Velha. Nas localidades com presença de áreas vegetadas e corpos aquáticos presentes, como nas localidades presentes próximos ao Rio Cocó, as temperaturas apresentaram como mais baixas.

4. Conclusão

A partir da análise dos resultados encontrados, verificou-se um aumento da Temperatura de Superfície Terrestre durante as duas datas estudadas, sendo evidenciado pelo forte crescimento da cidade de Fortaleza nas últimas décadas. Para a data 02/08/2013, a maior temperatura foi de temperatura de 30.16 °C em uma área com adensamento urbano e a menor temperatura foi 24.03 °C, localizado em um corpo aquático. Para a data 26/08/2016, verificou-se o crescimento da cidade do município ocupando maiores áreas na porção Sul e Oeste.

Recomenda-se para futuros trabalhos uma análise das Ilhas de Calor na cidade de Fortaleza a partir da metodologia dos Transectos Móveis, metodologia essa que possui algumas vantagens em relação a metodologia utilizada no presente estudo. Espera-se que o presente trabalho possa corroborar para o entendimento do assunto, como também servir como base para o planejamento urbano de Fortaleza.

5. Referências

- BARBOSA, Ricardo Victor Rodrigues; VECCHIA, FA da S. Estudos de ilha de calor urbana por meio de imagens do Landsat 7 ETM+: estudo de caso em São Carlos (SP). *Revista Minerva*, v. 6, n. 3, p. 273-278, 2009.
- BARBOZA, Eliezio Nascimento; BEZERRA NETO, Francisco das Chagas; CAIANA, Clarice Ribeiro Alves. Sensoriamento Remoto aplicado à análise do fenômeno de Ilhas de Calor Urbano na cidade de Vitória, Espírito Santo. *Research, Society and Development*, Itabira, v. 9, n. 6, p. e187963655, abr. 2020. ISSN 2525-3409.
- BARBOZA, Eliezio Nascimento; DA SILVA ALENCAR, Girlaine Souza; DE ALENCAR, Francisco Hugo Hermógenes. Afforestation improves thermal comfort in urban areas: The case of Juazeiro do Norte, Ceará. *Research, Society and Development*, v. 9, n. 6, p. 105963691, 2020.
- BERNATZKY, Aloys. *Tree ecology and preservation*. Elsevier, 2012.
- CARVALHO, Dark Lane Rodrigues; SOARES, CBSS; SILVA, M. M. Identificação de Ilhas de Calor Urbana na Cidade de Manaus-AM. **SIMPÓSIO BRASILEIRO DE**

SENSORIAMENTO REMOTO, v. 16, p. 874-881, 2013.

CIRINO, Miguel Adriano Gonçalves et al. Avaliação das manifestações patológicas das edificações do departamento de engenharia de alimentos da Universidade Federal do Ceará. **Research, Society and Development**, Itabira, v. 9, n. 7, p. e481974424, maio 2020. ISSN 2525-3409.

GARTLAND, Lisa. **Ilhas de calor: como mitigar zonas de calor em áreas urbanas**. Oficina de Textos, 2011.

LAMBERTS, R. et al. Building Bioclimatology in Brazil. In: **14 th International Conference on Passive and Low Energy Architecture. PLEA**. 1997. p. 203-208.

LOMBARDO, Magda Adelaide. **Ilha de calor nas metrópoles: o exemplo de São Paulo**. Editora Hucitec com apoio de Lalekla SA Comércio e Indústria, 1985.

NÓBREGA, Ranyére Silva; DE BAKKER VITAL, Luis Augusto. Influência da urbanização sobre o microclima de Recife e formação de Ilha de Calor (Influence of urbanization on the climate of Recife and development of Heat Island). **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 3, n. 3, p. 151-156, 2010.

OLIVEIRA MOURA, Marcelo; ZANELLA, Maria Elisa; SALES, Marta Celina Linhares. Ilhas térmicas na cidade de Fortaleza/CE. **Boletim Goiano de Geografia**, v. 28, n. 2, p. 33-45, 2008.

SANTOS, T. O. **Identificação de ilhas de calor em Recife-PE por meio de sensoriamento remoto e dados meteorológicos de superfície. 2011. 90f.** 2011. Tese de Doutorado. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.