colloquium exactarum

O CLIMA URBANO DE FEIRA DE SANTANA – BA ATRAVÉS DA TEMPERATURA DA SUPERFÍCIE E DO ÍNDICE DE VEGETAÇÃO POR DIFERENÇA NORMALIZADA - NDVI

THE URBAN CLIMATE IN FEIRA DE SANTANA – BA THROUGH SURFACE TEMPERATURE AND NORMALIZED DIFFERENCE VEGETATION INDEX - NDVI

Jovana Mariano Damasceno[1]; Margarete Cristiane de Costa Trindade Amorim[2].

Universidade Estadual Paulista – UNESP, Programa de Pós-graduação em Geografia- Mestrado Profissional, Presidente Prudente, São Paulo
E-mail: jovanamdamasceno@hotmail.com

RESUMO – O uso de técnicas de sensoriamento remoto para estudos direcionados ao clima urbano tem avançado nos últimos anos. Nesse sentido, o objetivo deste estudo foi identificar a influência exercida pelos diferentes usos e coberturas da terra na estrutura térmica da superfície urbana de Feira de Santana- BA. Para e elaboração da carta de temperatura da superfície foram utilizados cálculos para conversão de valores digitais da imagem do satélite Landsat 8, para temperatura em graus Celsius (° C) no *software* Idrisi. O mapeamento da vegetação foi elaborado pelo cálculo do índice de vegetação de diferença normalizada (NDVI), no mesmo *software*. Analisando os resultados foi possível perceber que as maiores temperaturas da superfície estão diretamente relacionadas ao uso da terra e que a vegetação é fundamental na amenização destas temperaturas. Deste modo, o sensoriamento remoto é uma ferramenta muito útil aos estudos de clima urbano.
Palavras-chave: clima urbano; temperatura da superfície; NDVI; sensoriamento remoto; qualidade ambiental.

ABSTRACT – The use of remote sensing techniques for urban climate studies has advanced over recent years. In this sense, the objective of this study was to identify the influence exerted by the different land uses and coverages in the thermal structure of the urban surface in Feira de Santana- BA. For elaboration of the map of the surface temperature were used calculations for conversion of digital values of the image of Landsat 8 satellite to temperature in degrees Celsius (°C) in the software Idrisi. The vegetation mapping was prepared by the calculation of the vegetation index of normalized difference (NDVI), on the same software. Analyzing the results, it was possible to perceive that the highest surface temperature are directly related to land use, and that the vegetation is fundamental to decrease those temperatures. Thereby, remote sensing techniques are very useful for urban climate studies.
Keywords: urban climate; surface temperature; NDVI; remote sensing; environmental quality.

Recebido em: 17/08/2018
Revisado em: 04/09/2018
Aprovado em: 10/09/2018

1. INTRODUÇÃO

O processo de expansão territorial urbana faz com que as cidades brasileiras experimentem intervenções humanas continuamente, que sem o planejamento adequado, se reproduzem de forma negativa na qualidade ambiental urbana.

Nesse contexto, Monteiro (1976) afirma que o homem modificou o equilíbrio entre a superfície e a atmosfera, afetando assim, o funcionamento dos componentes climáticos e criando condições específicas definidas como clima urbano.

O uso de técnicas de sensoriamento remoto para estudos direcionados ao clima urbano tem avançado nos últimos anos, uma vez que possibilitam examinar relações entre a estrutura espacial dos padrões térmicos urbanos e as características da superfície urbana (DORIGON; AMORIM, 2017).

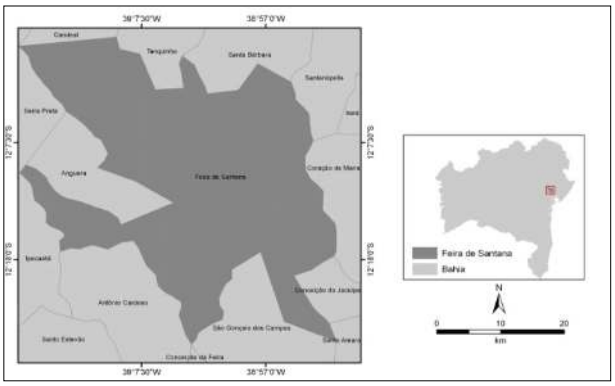
A análise de dados de temperatura da superfície sobrepostos com informações de uso e ocupação da terra, assim como o índice de vegetação, se mostram um excelente instrumento para se verificar as características térmica do ambiente em estudo (LIMA; AMORIM, 2011).

Neste sentido, o presente trabalho direcionou-se à análise do clima urbano em Feira de Santana-BA, tendo a temperatura da superfície e o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) como referências.

O estudo foi realizado no perímetro urbano de Feira de Santana, localizada no estado da Bahia (Figura 1), numa região intermediária entre o litoral úmido (Zona da Mata) e o interior semi-árido (Sertão). A área total do município corresponde a 1.344 Km^2 com altitude média de 230 m.

A ocupação de Feira de Santana se deu, assim como em outras cidades nos moldes da exploração, sem a preocupação com o meio ambiente. Sua vegetação original foi retirada, dando lugar a pastagens, lagoas e o lençol freático extremamente explorado e degradado (SANTOS *et al.,* 2007).

Figura 1. Localização da área de estudo.



Fonte: SIG Bahia, 2017.

2. METODOLOGIA

Previamente, para a execução deste trabalho, foi realizado um levantamento de imagens orbitais gratuitas, disponíveis no *United States Geological Survey* (USGS).

Para elaborar a carta de temperatura da superfície, utilizou-se a imagem do satélite Landsat 8, sensor TIRS 1 (Thermal Infrared Sensor), banda 10 com resolução espacial de 100 metros e resolução espectral de 10,6 a 11,2 µm. A imagem com data de 07 de dezembro de 2015, foi escolhida por estar livre de cobertura de nuvens.

Os procedimentos para a obtenção das temperaturas em grau Celsius (°C) foram realizados no *software* IDRISI Selva 17.0.

De acordo com Dumke (2007) para obtenção das temperaturas da superfície, de modo geral, se deve primeiramente converter os valores de níveis de cinza (NC) da imagem para radiância espectral que serão posteriormente transformados em refletância aparente. Em sequência, estima-se as temperaturas da superfície terrestre, em graus Kelvin, por radiometria e finalmente, gera-se a grade de temperatura da superfície mediante a transformação de Kelvin para graus Celsius (°C). Desse modo, a primeira etapa, refere-se a conversão dos níveis de cinza para radiância com a aplicação da Equação 1 utilizando a ferramenta *Image calculator.*

$$L_\lambda = M_L * Q_{cal} + A_L \quad (1)$$

onde:

L_λ = Radiância Espectral no topo da atmosfera em Watts/(m²*sr*µm)

M_L= Fator multiplicativo de redimensionamento da banda 10 (3.3420E-04)

Q_{cal} = Valor quantizado calibrado pelo pixel em DN (banda 10)

A_L = Fator de redimensionamento aditivo especifico da banda 10 (0.10000)

Após gerada a imagem de radiância, converteu-se este resultado para imagem de temperatura superfície (Ts) aplicando-se a Equação 2.

$$Ts = \frac{K_2}{\ln\left(\frac{K_1}{L_\lambda}+1\right)} \quad (2)$$

onde:

Ts = Temperatura de superfície em Kelvin

K_1 = Constante de calibração 1 (774.89)

K_2 = Constante de calibração 2 (1321.08)

L_λ = Radiância espectral em Watts/(m²*sr*µm)

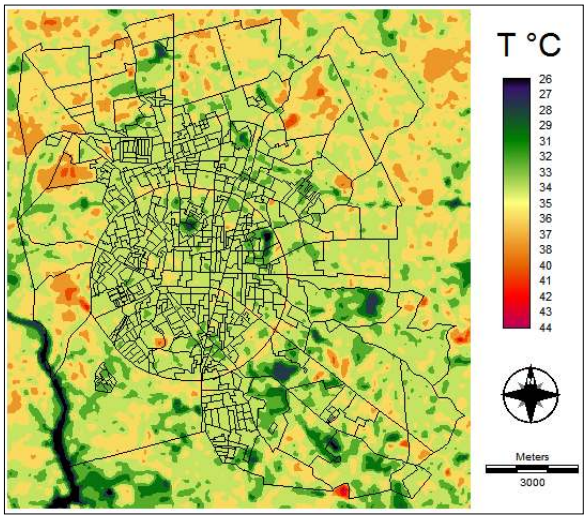
Para gerar a grade de temperatura da superfície em graus Celsius (°C), os valores de temperatura Kelvin foram subtraídos de 273,15 e por fim, realizou-se uma reclassificação da imagem, onde cada classe foi definida com 1°C.

O mapeamento da cobertura vegetal se deu por meio do NDVI (Índice de Vegetação por Diferença Normalizada) a partir das Bandas 4 e 5 das imagens do satélite Landsat 8 tratadas no *software* IDRISI Selva 17.0.

3. RESULTADOS

A carta de temperatura da superfície, gerada a partir da banda 10 do Landsat 8 permitiu identificar locais e pontos específicos nos quais a superfície do município de Feira de Santana-BA encontrava-se mais aquecida no momento de aquisição das imagens de satélite (Figura 2).

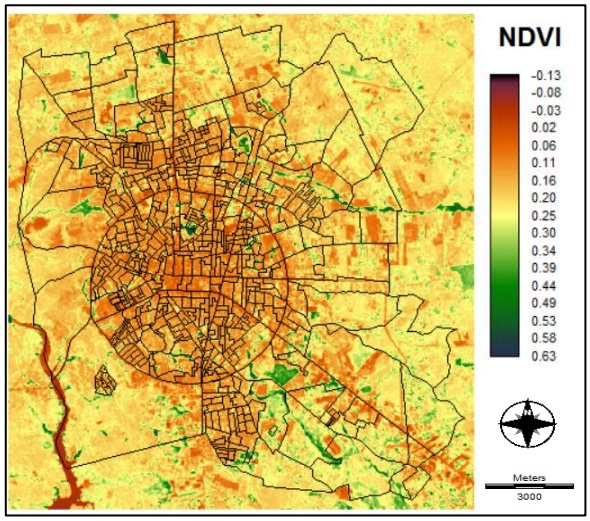
Figura 2. Carta de temperatura da superfície de Feira de Santana- BA em 07/12/2015.



Fonte da imagem: <https://earthexplorer.usgs.gov>.
Org.: DAMASCENO, M. J. (2018).

A carta de NDVI (Figura 3), foi utilizada para detectar a presença ou não de vegetação.

Figura 3. Carta de NDVI de Feira de Santana-BA em 07/12/2015.

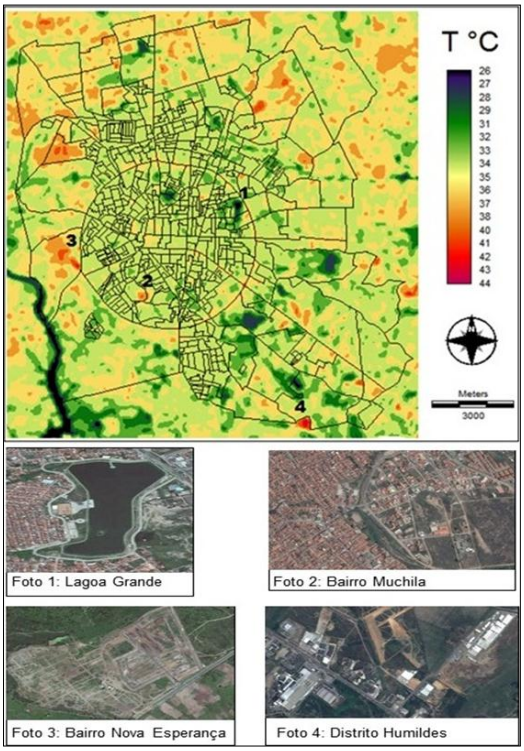


Fonte da imagem: <https://earthexplorer.usgs.gov>.
Org.: DAMASCENO, M. J. (2018).

Valores próximos a +1 evidenciam a presença de vegetação, enquanto que a não presença de vegetação ou vegetação com características de estresse hídrico são apresentadas com valores próximos a -1.

A Figura 4 destaca alguns pontos de interesse da carta de temperatura da superfície que merecem destaque e serão discutidos na seção seguinte.

Figura 4. Áreas destacadas para análise da temperatura de superfície.



Fonte das fotos: Google Earth.
Elaboração: DAMASCENO, M. J. (2018).

4. DISCUSSÃO

Por meio da carta de temperatura da superfície do perímetro urbano de Feira de Santana – BA (Figura 2) foi possível identificar as temperaturas dos alvos e investigar suas características espaciais e suas relações com o uso e ocupação da terra. Constata-se uma amplitude térmica de 18°C (26 a 44°C) na área urbana do município.

Observa-se que a área urbana não se diferenciou significativamente da área rural e a cidade apresentou temperaturas relativamente parecidas quando comparadas com o campo, sem demonstrar áreas com grandes aquecimentos.

Áreas mais aquecidas no entorno rural próximo a área urbana são decorrentes de solo exposto. As áreas com pastagens e plantações apresentam temperaturas menores do que os solos expostos.

Pela análise da carta de NDVI (Figura 3) verifica-se que a área central e suas proximidades apresentam o NDVI com valores que revelam menores quantidade de vegetação se comparados ao restante da cidade. Esses valores são representativos de edificações urbanas, vias públicas e solo exposto.

A área rural próxima, apresenta maiores valores de NDVI, particularmente nas áreas com vegetação arbórea, gramíneas e cultivos rurais. As feições que aparecem em tons de verde são representativas de porções densamente arborizadas, como o entorno de rios e lagoas.

A Foto 1 (Figura 4), mostra um ponto no qual se verificou baixas temperaturas, aproximadamente 26 °C. Neste local encontra-se a Lagoa Grande. A Lagoa Grande está situada no bairro da Rocinha, no perímetro urbano do município. Seu entorno é ocupado por muitas residências e hoje está sendo revitalizada pelo Governo do Estado (FERREIRA, 2017). Destaca-se este ponto visto que o mesmo se encontra dentro do anel de contorno rodoviário, região central da cidade. Verificou-se que assim como neste ponto, os outros pontos com as temperaturas mais baixas tratam-se de corpos d'água. A cidade de feira de Santana – BA possui diversas lagoas no perímetro urbano além dos rios Pojuca, Subaé, Aguadas e Jacuípe, sendo este último o mais extenso da região.

A Foto 2 (Figura 4), mostra um ponto no qual se verificou temperaturas elevadas, aproximadamente 37 °C, encontrada em uma área densamente construída. O bairro Muchila é o terceiro bairro mais populoso do município com numerosos conjuntos e condomínios populares. Nesse sentido, também se destaca na Foto 3 (Figura 4), o bairro Nova Esperança, com loteamentos ainda em construção que apresentaram temperaturas de superfície elevadas devido a exposição do solo.

Por fim, na Foto 4 (Figura 4), encontra-se o Distrito Humildes, o único distrito que fica dentro de um polo industrial onde conta com várias indústrias que ocupam grandes galpões com coberturas metálicas.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho procurou, em linhas gerais, analisar as temperaturas dos alvos em Feira de Santana –BA.

A carta de temperatura da superfície revela que os pontos mais quentes foram aqueles onde se encontravam extensas porções de solo exposto ou a inexistência de vegetação arbórea. Enquanto que as menores temperaturas foram diagnosticadas principalmente onde havia a cobertura arbórea ou superfícies líquidas. Portanto, o aumento da temperatura está diretamente relacionado ao uso da terra, assim como ao tipo de cobertura utilizada nas edificações.

Quanto ao indicador áreas verdes, a estimativa pelo NDVI identificou a escassa distribuição da cobertura vegetal no perímetro urbano, indicando que a vegetação assume grande importância para a temperatura da superfície, nas condições de conforto térmico e qualidade ambiental.

Por fim, percebe-se que as informações da temperatura da superfície adquiridas através de técnicas de sensoriamento remoto mostraram-se relevantes para as análises de clima urbano.

REFERÊNCIAS

AMORIM, M. C. de C. T. **O clima urbano de Presidente Prudente/SP**. Tese (Doutorado em Geografia Física) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2000. 374 f.

DORIGON, L. P.; AMORIM, M. C. de C. T. Clima urbano através de sensoriamento remoto: evolução histórica da termografia da superfície de Paranavaí/PR – Brasil. *In:* PEREZ, A. F.; AMORIM, R.R. (org). **Os desafios da geografia física na fronteira do conhecimento**. Campinas- SP, 2007. p. 777-789

DUMKE, E.M.S. **Clima urbano/conforto térmico e condições de vida na cidade - uma perspectiva a partir do aglomerado urbano da região metropolitana de Curitiba**. Tese (Doutorado) - UFPR, Curitiba, 2007.

FERREIRA, D. **As Lagoas de Feira de Santana**. In: http://feirenses.com.

LIMA, V.; AMORIM, M. C. de C. T. A utilização de informações de temperatura da superfície, do NDVI e de temperatura do ar na análise de qualidade ambiental urbana. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO. 2011, Curitiba. **Anais** [...] Curitiba - PR, INPE 2011, p. 1028-1035.

MONTEIRO, C. A. F. **Teoria e clima urbano.** Tese (Livre Docência) - Departamento de Geografia/FFLCH-USP), São Paulo, 1976.

SANTOS, R. L.; DE OLIVEIRA, A.; LIMA, A.; MOTA, K.; SANTO, S. O uso da técnica de sensoriamento remoto para a localização de lagoas no município de Feira de Santana - BA**.** *In:* SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO. 13., 2007, Florianópolis. **Anais [**...]. Florianópolis, SC: INPE, 2007. p.2939-2946.

USGS - Geological Survey / Serviço de Levantamento Geológico Americano (2018). **Aquisição de imagens orbitais digitais gratuitas do satélite Landsat-8 EUA**. Disponível em: http://earthexplorer.usgs.gov/. Acesso em: 20 abr. 2018.