



Análise do comportamento de temperatura de superfície na malha urbana de Araxá/MG, utilizando-se banda termal do satélite Landsat 8

Analysis of surface temperature behavior in the urban area of Araxá/MG, using satellite thermal band Landsat 8

Eduardo Soares Leite^{1(*)}

Luiz Antônio de Oliveira²

William César Borges³

Resumo

O sensoriamento remoto se caracteriza como uma ferramenta metodológica fundamental quando utilizada em análises climáticas de temperatura, dado que a sua funcionalidade e praticidade possibilita diversas perspectivas de análise e resultados. O presente estudo tem como objetivo principal analisar o comportamento de temperatura de superfície na malha urbana do município de Araxá/MG, utilizando-se banda termal do satélite landsat 8. O município de Araxá localiza-se na Macrorregião do Alto Paranaíba. Seu clima é caracterizado por verões úmidos e invernos secos, podendo ser classificado como Aw e Cwa. Os resultados foram obtidos a partir do processamento de imagens de satélites das cenas geradas no sensor 10 (infravermelho termal) do satélite landsat 8 no *software* ArcGis 10.1. Neste *software* foram realizados todos os processamentos de correção radiométrica e conversão de valores de radiância para temperatura. Os resultados exibem que, no mês de junho de 2014, as maiores temperaturas concentraram-se na área central e no setor industrial da cidade, variando entre 17,6 °C a 24,5 °C, e as menores nos bairros residenciais mais afastados, com variação de 15,6 °C a 17,6 °C. Já no mês

1 Universidade Federal de Uberlândia - UFU; Endereço: Avenida João Naves de Ávila, 2121, CEP: 38408-100, Uberlândia, Minas Gerais, Brasil; E-mail: eduardo.geoufu@hotmail.com (*) Autor para correspondência.

2 Dr.; Geógrafo; Professor Adjunto na Universidade Federal de Uberlândia - UFU, *Campus* Santa Mônica; Endereço: Avenida João Naves de Ávila, 2121, CEP: 38400-902, Uberlândia, Minas Gerais, Brasil.

3 Universidade Federal de Uberlândia - UFU.



de setembro de 2014, as maiores temperaturas variaram entre 33,5 °C a 39,5 °C, e as menores, entre 27,5 °C a 34,5 °C. Enfim, a realização deste estudo promoveu uma percepção da oscilação das temperaturas em distintos pontos da cidade, assim como de uma estação para a outra.

Palavras-chave: análise de temperatura; sensoriamento; Araxá.

Abstract

Remote sensing is characterized as a basic methodological tool when used in climatic temperature analysis, since its functionality and practicality enables various perspectives of analysis and results. This study is meant to examine the surface temperature behavior of the urban area in the city of Araxá / MG, using thermal band satellite Landsat 8. The city of Araxá is located in the Macro-region of Alto Paranaíba. Its climate is characterized by wet summers and dry winters and can be classified as Aw and Cwa. The results were obtained from the processing of satellite images, with scenes generated in the sensor 10 (thermal infrared) satellite Landsat 8 in ArcGIS 10.1 software. This software conducted all processing of radiometric correction and conversion of radiance values for temperature. Results show that in June 2014 the highest temperatures concentrated in the central area and in the industrial sector of the city, ranging from 17.6 °C to 24.5 °C and lower in residential areas further away, where temperatures ranged from 15.6 °C to 17.6 °C. Yet in September 2014, higher temperatures ranged from 33.5 °C to 39.5 °C and 27.5 °C lower from the 34.5 °C. Finally, this study promoted a sense of fluctuation of temperatures in different parts of the city, as well as from one season to the next.

Key words: temperature analysis; sensing; Araxá.

Introdução

Em análises climáticas de temperatura, a utilização do sensoriamento remoto a partir de imagens de satélites tem sido evidenciada em diversos trabalhos acadêmicos devido à sua funcionalidade e praticidade metodológica. Sendo assim, as perspectivas de análise

podem estar voltadas para vários aspectos do cotidiano das cidades, como a variação da temperatura em determinados pontos do perímetro urbano.

Em análises de temperatura, a Temperatura da Superfície Terrestre (LST em inglês) torna-se uma importante variável climática quando utilizada na constatação



de mudanças do clima a partir do controle da radiação terrestre e superfície sensível, em conjunto com a superfície latente de troca de fluxo de calor com o ambiente (AIRES 2001). Para Jin (2003), o LST está relacionado diretamente ao balanço de energia da superfície e do comportamento termal integrado da atmosfera presente na camada limite planetária.

Segundo Paiva (2005), as trocas de energia entre a vegetação e a atmosfera, por meio do balanço de radiação e fluxos de calor sensível e calor latente, são fundamentais na modelagem climática. Portanto, as relações de troca de calor entre os diferentes materiais da superfície terrestre influenciam em levantamentos de LST.

Desta maneira, o LST amplia as diretrizes de análise relacionadas à determinação de comportamentos termais de diferentes materiais na superfície terrestre e, conseqüentemente, possibilita a constatação de possíveis alterações climáticas em determinadas localidades. Desta forma, a análise utilizando-se de canais termais de satélite torna-se viável, quando relacionada ao levantamento de dados e estudos sobre o comportamento de temperatura de superfície.

Para o processamento e análise de imagens, é necessário utilizar dados de sensoriamento remoto no infravermelho termal (TIR em inglês), dado que as imagens de satélite de temperatura de superfície são obtidas a partir da radiação emitida.

Na região do infravermelho termal (de 8 a 14 μm) do espectro eletromagnético,

está situada uma janela atmosférica que é definida como a região onde ocorrem as menores interações da atmosfera com a radiação emitida ou refletida pela superfície da Terra. Sensores posicionados de maneira a detectar a radiação, nesta região do espectro eletromagnético, têm sido amplamente utilizados para determinação da TST. (GUSSO et al., 2007).

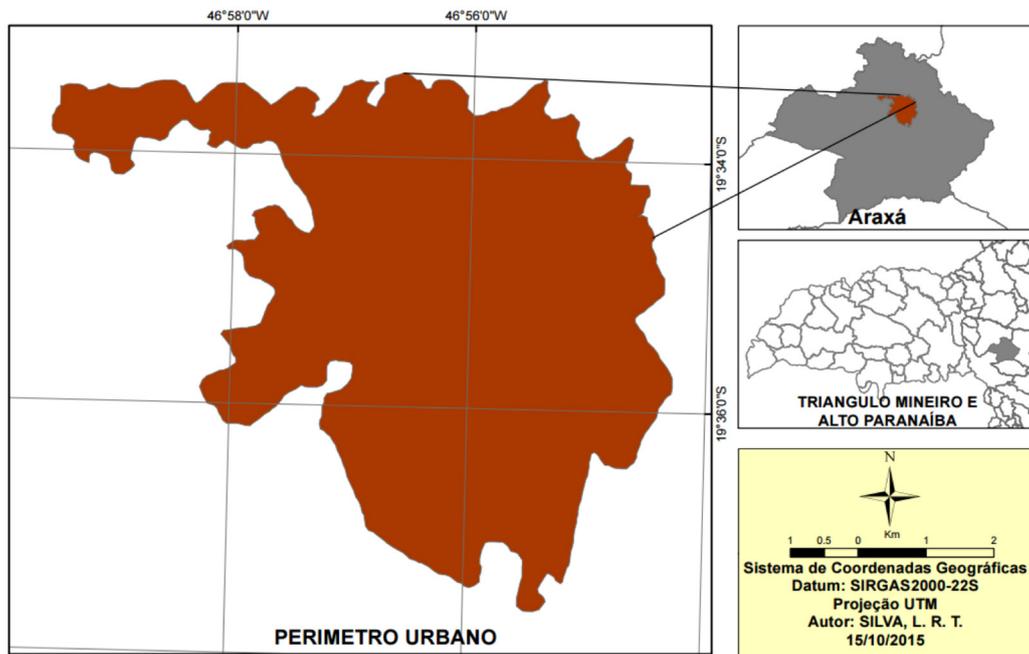
Vale ressaltar que os processos atmosféricos influenciam na determinação de LST, principalmente na absorção e reemissão do fluxo radiante por gases atmosféricos, o que influencia na alteração da qualidade de medições no termal em consequência da dificuldade de separação entre temperatura e a emissividade do objeto, Sobrinho (2008). Sendo assim, torna-se necessário realizar operações de processamento que visem corrigir estas interações.

A área foco para este estudo compreende a cidade de Araxá, (Figura 1) localizada na Macrorregião do Alto Paranaíba, no estado de Minas Gerais, com 93.672 mil habitantes, densidade demográfica 80,45 hab/km² e uma área territorial de 1.164, 358 km², de acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2010). Segundo a classificação climática de Köppen, o clima da região é caracterizado por verões úmidos e invernos secos, podendo ser classificado como Aw e Cwa.

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho é analisar o comportamento de temperatura de superfície na malha urbana de Araxá/MG, utilizando-se banda termal do satélite landsat 8.



Figura 1 - Localização do perímetro urbano do município de Araxá - MG



Fonte: Silva (2015).

Material e Métodos

Os estudos relacionados ao levantamento de LST são frequentemente analisados para o entendimento do comportamento da temperatura da superfície terrestre. No presente estudo, a análise desta variável foi realizada por meio de imagens de satélites. Portanto, foi necessário converter os valores da radiância espectral para valores de temperatura de brilho em graus Kelvin (k) e minimizar os efeitos que os processos atmosféricos causam na precisão

da determinação da temperatura dos diversos objetos que se encontram na superfície.

As imagens utilizadas no estudo foram disponibilizadas pelo Centro de Sensoriamento Remoto do Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS), a partir do satélite Landsat 8. O Landsat 8 possui dois conjuntos de sensores que operam com uma resolução radiométrica de 12 bits. O conjunto OLI (Operational Land Imager) integra as bandas de 1 a 8 (região óptica do espectro) e a banda 9 (pancromática), enquanto o conjunto TIRs (Thermal Infrared Sensor) opera com



as bandas 10 e 11 no infravermelho termal.

As imagens utilizadas correspondem às cenas geradas no sensor 10 (infravermelho termal) e processadas no *software* ArcGis 10.1. No ambiente do software, foram realizados todos os processamentos de correção radiométrica e conversão de valores de radiância para temperatura. A correção radiométrica toma como referência os valores de radiação obtidos no topo da atmosfera (TOA), equação 1:

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

Onde:

$L\lambda$ - valor da radiância espectral no topo da atmosfera - TOA, medida em Watts /m² * srad * μm.

M_L - fator multiplicativo escalonado específico constante no arquivo de metadado (RADIANCE_MULT_BAND_x, onde x é o número da banda).

A_L - fator aditivo escalonado específico constante no arquivo de metadado (RADIANCE_ADD_BAND_x, onde x é o número da banda).

Q_{cal} - produto padrão quantificado e calibrado por valores de pixel (DN). Este valor é referente a cada banda da imagem.

Outra conversão realizada foi a transformação de radiância espectral em temperatura de brilho do satélite em graus Kelvin (k), equação 2:

$$T = K_2 / \ln\left(\frac{k_1}{L_\lambda} + 1\right) \quad (2)$$

Onde:

T - temperatura de brilho aparente em graus kelvin (K).

$L\lambda$ - reflectância no topo da atmosfera (Watts/(m² * srad* μm)).

$K1$ - constante de conversão K1 específica para cada banda, também denominada de constante térmica, disponível no arquivo de metadado (K1_CONSTANT_BAND_x, onde x é o número da banda, 10 ou 11).

$K2$ - constante de conversão K2 específica para cada banda, também denominada de constante térmica, disponível no arquivo de metadado (K2_CONSTANT_BAND_x, onde x é o número da banda, 10 ou 11).

Como produto final, tem-se o raster em forma de matriz digital, com resolução espacial de 30 m, em que o atributo Z corresponde aos valores de temperatura em graus centígrados.

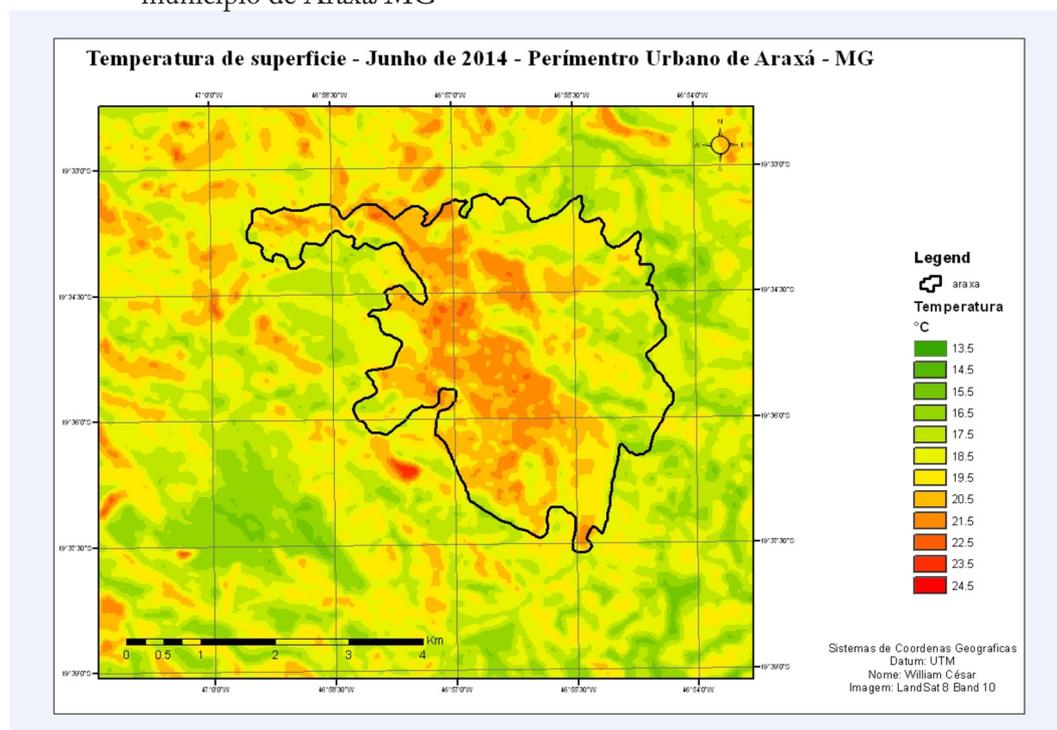
Resultados e Discussão

Nas figuras 2 e 3, é possível observar a espacialização dos dados de temperaturas da cidade de Araxá/MG. A análise realizada visa destacar as variações de temperaturas do perímetro urbano em função da cobertura de superfície.

De acordo com a figura 2, as temperaturas mais altas da cidade de Araxá-MG, no mês de junho de 2014, concentram-se na área central da cidade e no setor industrial. As temperaturas nessas regiões variam entre 17,6 °C a 24,5 °C, assinaladas



Figura 2 - Temperatura de superfície do mês de junho de 2014 do perímetro urbano do município de Araxá/MG



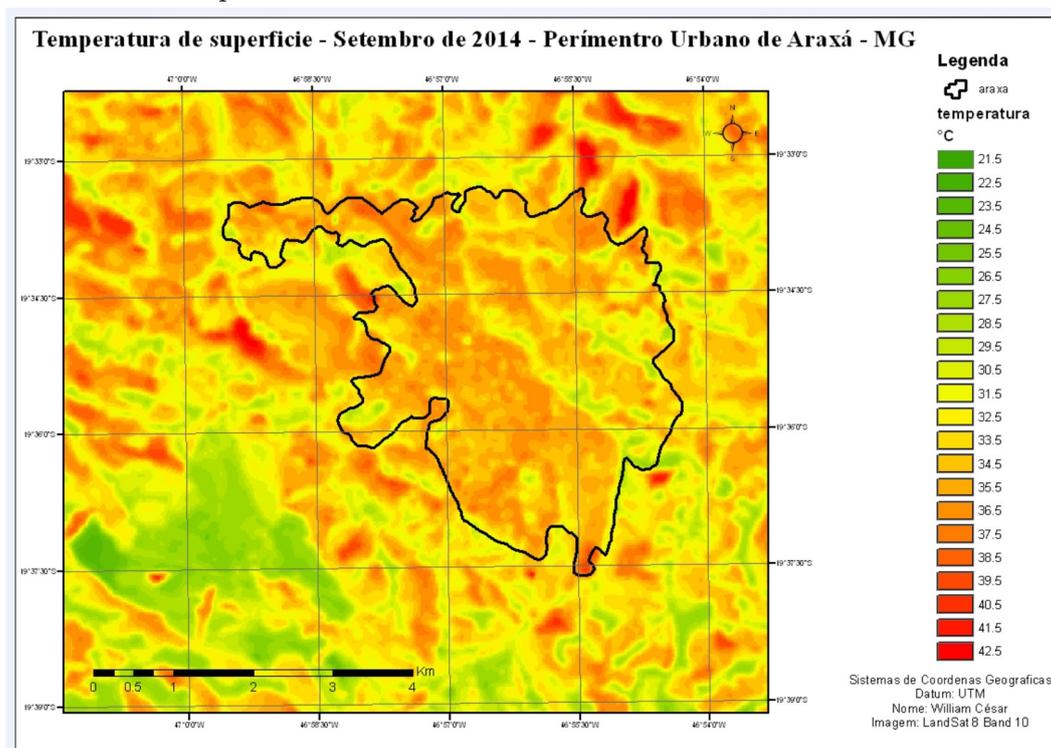
pelas cores em amarelo e laranja. As regiões onde se concentram estas temperaturas mais elevadas são caracterizadas por uma grande concentração populacional, cujos processos de produção e de comercialização são mais intensos. Sendo assim, os impactos gerados por este processo causam um aumento da temperatura. Já nos bairros e residências mais afastados dessas regiões conurbadas, foram evidenciadas as temperaturas mais baixas, variando de 15,6 °C a 17,6 °C, assinadas pelas cores em verde. Estas temperaturas são reflexos de uma região que se localiza próxima às áreas de preservação permanente

que, conseqüentemente, são mais arborizadas.

De acordo com a figura 3, observa-se um aumento gradativo das temperaturas em todas as regiões da cidade. Neste mês de setembro, as maiores temperaturas se mantiveram na região central, no setor industrial e na região sul da cidade. As variações ficaram entre 33,5 °C a 39,5 °C, nas cores em amarelo e laranja. As regiões que, no mês de junho, foram caracterizadas pelas menores temperaturas tiveram, no mês de setembro, um aumento significativo, dado que as temperaturas variaram agora de 27,5 °C a 34,5 °C, nas cores em verde e laranja.



Figura 3 - Temperatura de superfície do mês de setembro de 2014 do perímetro urbano do município de Araxá - MG



Considerações Finais

Ressalta-se que as temperaturas levantadas com o uso do sensor TIR do Landsat 8 estão relacionadas às temperaturas dos materiais ou substâncias da superfície terrestre, diferentemente da temperatura do ar registrada nos sensores das estações meteorológicas.

A partir da realização deste trabalho, percebe-se a grande importância da utilização das imagens de satélites e dos algoritmos aplicados como recursos essencialmente metodológicos. E, por meio dos cálculos

processados, obtiveram-se resultados satisfatórios, dado que os mapas evidenciaram uma espacialização lógica do comportamento de temperatura em função da distinta variação da cobertura de superfície.

Na imagem do mês de junho de 2014, as temperaturas variaram de 13,5 °C a 21,5 °C, enquanto que na imagem do mês de setembro de 2014, as temperaturas oscilaram de 21,5 °C a 38,5 °C. Fica evidente a significativa oscilação das temperaturas em distintos pontos da cidade, assim como de uma estação para a outra.



Referências

AIRES, F.; PRIGENT, C.; ROSSOW, W. B.; ROTHSTEIN, M. A new neural network approach including first-guess for retrieval of atmospheric water vapor, cloud liquid water path, surface temperature and emissivities over land from satellite microwave observations. **J. Geophys. Res.**, 106, 14887-14907, 2001. DOI:10.1029/2001JD900085.

GUSSO, A.; FONTANA, D. C.; GONÇALVES, G. A. Mapeamento da temperatura da superfície terrestre com o uso do sensor AVHRR/ NOAA. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, p.231-237, 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/%0D/pab/v42n2/12.pdf/>>. Acesso em: out. 2015.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Geociências**. Rio de Janeiro: IBGE, 2010.

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/>>. Acesso em: out. 2015.

JIN, M.; TREADON, R. E. Correcting the orbit drift effect on AVHRR skin temperature measurements. **International Journal Remote Sensing**, v.24, n.22, p.1-16, 2003.

PAIVA, C. M. **Estimativa do balanço de energia e da temperatura da superfície via satélite NOAA-AVHRR**. [Rio de Janeiro], 2005. XXIX, 218 p. 29,7 cm (COPPE/UFRJ, D.Sc., Engenharia Civil, 2005). Disponível em: http://wwwp.coc.ufrj.br/teses/doutorado/inter/2005/Teses/PAIVA_CM_05_t_D_rhs.pdf/>. Acesso em: out. 2015.

SOBRINHO, J. A.; JIMÉNEZ-MUÑOZ, J. C.; SÓRIA, G.; ROMANGUERA, M.; GUANTER, L.; MORENO, J. PLAZA, A.; MARTÍNEZ, P. **Land surface emissivity retrieval from different VNIR and TIR sensors**. *IEEE transactions on geoscience and remote sensing*, v. 46, n. 2, February, 2008. p.316-317.

USGS – Serviço Geológico dos Estados Unidos. Disponível em: <<http://www.usgv.gov/>>. Acesso em: out. 2015.